ATTI

DELLA

SOCIETÀ TOSCANA

DI

SCIENZE NATURALI

RESIDENTE IN PISA

MEMORIE

Vol. XV.

PISA
TIPOGRAFIA T. NISTRI E C.
—
1897

GIOVANNI D'ACHIARDI

LE TORMALINE

DEL

GRANITO ELBANO

PARTE II.

CARATTERI FISICI

Durezza.

Per quante indagini abbia fatto non so che sieno state notate differenze di durezza dall'una all'altra varietà di tormalina elbana, e tanto meno fra i varii esemplari di una stessa varietà o nelle direzioni diverse di un medesimo cristallo.

A. D'Achiardi dà, è vero, nella *Mineralogia della Toscana* di ciascuna varietà da lui descritta il valore della durezza, ma eguale per tutte e cioè 7,5, determinato per mezzo della scalfitura coi noti termini della scala di Mohs.

E difatti la durezza di queste tormaline elbane sta fra quella del quarzo e del topazio; non pertanto in alcuni saggi da me eseguiti incontrando diversa difficoltà alla scalfitura, benchè in ristretti limiti, fra varietà e varietà di tormalina, a meglio accertarmi se esistessero differenze ricorsi all'uso dello sclerometro.

Una prima difficoltà per queste indagini incontrava nelle condizioni stesse delle facce, in special modo prismatiche, finamente e fittamente striate, onde di ciascun cristallo che intendeva di sottoporre all'esame feci sezioni tanto parallele che normali

all'asse di simmetria principale; e su queste, levigate e lustrate, feci le ricerche tanto coi termini di Mohs, quanto con lo sclerometro. Debbo però confessare che le investigazioni sclerometriche non riescirono tali da poter loro attribuire un valore assoluto da esprimersi in grammi, ma solo un valore relativo. Sarà stato anche per mia imperizia se non sono riescito ad ottenere soddisfacenti misure, ma è un fatto che se per tal modo si giunge assai facilmente a poter constatare in quali varietà di tormalina o direzione di cristalli si abbia un più o meno di durezza, non credo di poter questa esprimere per numeri che abbiano un valore assoluto e ciò d'accordo con Auerbach (1).

Le indagini da me fatte mi avrebbero condotto ad ammettere durezza alquanto maggiore nelle varietà alcaline (rosea e acroica), avendosi nelle nere durezza ben poco diversa da quella del quarzo (7) e nelle acroiche e rosee più o meno vicina a quella del topazio (8). E avrei pur trovato che nelle sezioni parallele all'asse s'incontra maggiore difficoltà a scalfire parallelamente che normalmente all'asse stesso, e nelle sezioni perpendicolari si avrebbe una durezza quasi eguale in tutte le direzioni, e maggiore che procedendo orizzontalmente sulle facce prismatiche. E tutto ciò sarebbe in armonia con le differenze parametriche del romboedro fondamentale o di sfaldatura della specie.

Peso specifico.

Le determinazioni del peso specifico furono fatte mediante il picnometro sovra un buon numero di cristalli scelti fra quelli a maggiore uniformità di tinta. Per ciascuna varietà, eccettuate quelle che presentano il colore caratteristico nelle sole facce

(1) Annalen der Physik und Chemie. Apr. 1891, n. F., XLIII, S. 61-100 — An. Rep. Smithson. Inst. 1891, Washington 1891, 207.

terminali, furono fatte varie determinazioni. I valori dati sono la media di varie pesate e per le varietà, nelle quali si trovarono differenze assai rilevanti, ho dato i limiti dei valori. Per tutti è stata fatta la correzione della temperatura.

Nello specchio seguente i valori ottenuti vengono paragonati a quelli trovati da A. D'Achiardi e Rammelsberg per le tormaline elbane e riportati nelle loro opere già più volte citate.

Varietà	D'Achiardi G.	D'Achiardi A.	Rammelsberg
Tormalina nera			
a) nero superiore	3,167—3,174	3,060	2,942 (3) —3,059 (4)
b) » inferiore.	3,086—3,103		
» **acroica**	3,017	3,010—3,020	—
» **rosea**			
a) chiara . . .	3,026—3,028	3,020—3,030	2,992 - 3,087
b) scura . . .	3,037—3,043		
» **giallo-verdolina** . .	2,950—3,014	3,047 (1)	3,112
» **giallo-verde** . . .	3,068—3,083	3,092 (2)	

E. Riecke (5) dà per una tormalina policroma giallo-verde il peso specifico eguale a 3,104.

Dallo specchio precedente, considerato rispetto alla composizione chimica, di cui è detto in seguito, si rileva: che il peso specifico cresce in ragione del ferro e del manganese che l'accompagna, decrescendo con l'aumentare degli alcali e dell'alluminio.

(1) Dato per la tormalina giallo-verde, verde-chiara, verde-pistacchio, verde-crisolito, giallo-verde d'olio e giallo-verde-miele.

(2) Dato per la tormalina verde-bottiglia.

(3) Nero: violetto-rossastro per trasparenza. Pogg. Ann. 1850. N. 9, S. 5.

(4) Cristallo giallo-bruno per trasparenza. Monatsberich. d. k. Preuss. Ak. d. Wiss. zu Berlin, 1869, S. 603.

(5) *Ueber die Pyroëlektricität des Turmalins.* Nachr. d. k. Ges. d. Wiss. Göttingen, N. 13, S. 405, 1885.

Confrontando i valori ottenuti con quelli dell'angolo (100) $\wedge$ (010) non si può con tutta sicurezza stabilire una legge in modo assoluto, ma nel maggior numero dei casi il peso specifico seconda l'ottusità del romboedro fondamentale.

Colori.

Già nella prima parte del lavoro accennai come le tormaline elbane presentino colori diversi e di vario tuono. Dal nero si passa all'acroico, e per gradi successivi al roseo, al verde-bottiglia, al giallo-verde, al giallo-bruno, al giallo.

Di questi colori la maggior parte si sfumano fra loro nei cristalli policromi, taluni invece, specialmente il nero superiore, si separano nettamente dai sottostanti.

Osservando i numerosi cristalli ci appaiono ora come di un solo colore, ora di più, e fra i primi sono ordinariamente i rosei e i neri, segnatamente questi ultimi, poichè nei primi non è raro che la tinta vada crescendo d'intensità dall'alto al basso sebbene spesso con sfumature quasi impercettibili. Invece i cristalli giallo-verdi mostrano abitualmente tuoni diversissimi di colori, spartiti anche in zone distinte, passando da un verde-bottiglia, che appare nero in massa, al giallo-verde, giallo-verde grigiastro e quasi acroico all'estremità terminata.

Si hanno finalmente cristalli policromi a tinte svariatissime, le quali, come già fu detto nella prima parte di questo lavoro, si seguono sempre con lo stesso ordine dal basso all' alto e cioè dal giallo-bruno, al verde-bottiglia, al giallo-verde, al giallo-verdolino, al roseo, all'acroico, al nero. Più difficile riesce determinare la relativa posizione del giallo-chiaro al giallo-miele, talvolta anche un po' roseo, quale si trova talora ad una estremità dei cristalli acroici e rosei. Potrebbe ritenersi per ciò che succedesse al roseo, ma d'altra parte in molti più cri-

stalli al roseo succede, verso il basso, un giallo-verde ben diverso, mentre poi in alcuni pochi cristalli ho veduto la tinta gialla al disotto del giallo-bruno, e in un bel cristallo di Facciatoia terminato dalle due parti, dall'una estremità acroico, si passa per successivi gradi attraverso al roseo, giallo-verde, giallo-bruno al giallo intenso, con che finisce all'altra estremità. Nella serie genetica delle sostanze tormaliniche di vario colore parrebbe dunque che il giallo occupasse il primo posto in basso. In taluni cristalli, oltre questo succedersi dei colori dall'alto al basso, si ha una successione laterale in modo che le tormaline si mostrano come costituite da involucri variamente colorati dando luogo a quella costituzione, che fu già da altri detta a cartoccio e anche a pergamena.

Certo però dall'esame macroscopico dei cristalli non si può con esattezza studiare il succedersi e distribuirsi dei colori stessi, per la qual cosa credei bene di fare numerose sezioni sottili e di tutte le principali varietà, specialmente delle policrome sia parallelamente sia perpendicolarmente all'asse di simmetria principale per poterle studiare al microscopio.

Tormalina nera. — Già Rammelsberg aveva notato che taluni cristalli neri di tormalina mostravano per trasparenza colorazione violetto-rossastra [1] e altri giallo-bruna [2]. La stessa cosa fu quindi da altri osservata, e G. Roster [3] dice come generalmente le tormaline nere sieno reputate le più frequenti, ma che per osservazioni fatte, la nera è molto meno facile a trovarsi di quello che non si sia fin qui creduto, anzi è una varietà alquanto rara. E dice come già Foresi avesse notato che tormaline in apparenza incontrastabilmente nere si appa-

---

[1] Pogg. Ann. Bd. LXXXI, N. 9, S. 1, 1850.

[2] Monatsberich. d. k. Preuss. Ak. d. Wiss. zu Berlin, 1869, S. 604.

[3] *Note mineralogiche sull' Isola d' Elba.* R. Com. Geol. d'Italia. Boll. N. 9-10. Roma, 1876, pag. 412.

lesavano invece di color rosso carico simile a quello del granato piropo e anche del vino se attentamente guardate sotto una certa incidenza di luce nei loro spigoli più sottili, tanto che supponeva che delle tormaline riputate nere del territorio di Campo non se ne dovesse parlare che come di un'eccezione. Roster esaminò 385 tormaline scelte fra le più nere e trovò che sole 18 erano veramente tali, le rimanenti essendo tutte rosse per la massima parte o rosse e verdi in discreto numero, e più raramente verdi. Esaminò i cristalli con raggio solare concentrato con un potente apparecchio di lenti e 14 volte fu costretto a rompere i cristalli per riconoscere i varii colori nelle schegge.

Anzichè ripetere queste prove sui 500 e più cristalli posseduti dal Museo di Pisa, stimai meglio valermi dell'osservazione dicroscopica e microscopica per riconoscere il modo di risolversi del colore a seconda della terminazione cristallina. E mentre Roster non dice quando è che il nero si risolva in rosso o in rosso e verde o in verde esclusivamente io potei constatare per l'osservazione di schegge, di sottili sezioni o polveri osservate al microscopio, che a quelle estremità sia nei cristalli completi, sia negli altri, ove appare il romboedro $*\{11\bar{1}\}$ il nero si risolve costantemente in una tinta giallo-verde più o meno bruna, mentre invece all'estremità con $\{111\}$ o con $\{100\}$ o con le due forme insieme associate il colore si risolve in un vinato-cilestro, che in taluni punti, forse non essendosi ottenuta la sottigliezza voluta, resta paonazzo-marrone quasi nero.

Furono quindi distinti per lo studio dei colori i cristalli neri in due gruppi: quelli col nero superiore e quelli col nero inferiore, e degli uni e degli altri esaminai sezioni sia parallele, sia normali all'asse principale di simmetria, fatte in modo che conservassero almeno una terminazione. Furono anche esaminati cristalli terminati alle due estremità, i quali per la sot-

tigliezza loro e conseguente tralucidità si prestavano all'osservazione.

Osservando al microscopio con un solo nicol sezioni longitudinali collocate con l'asse di simmetria parallelo alla sezione principale del nicol e fatte da cristalli con il romboedro fondamentale {100} a facce completamente sviluppate, il nero superiore si vede risolversi in numerose fibre come in tutti i cristalli a terminazione fibrosa; si può quindi dire che anche questi cristalli che appaiono semplici sono composti ed all'estremità tendono ad individualizzarsi. Queste fibre si presentano di un colore più scuro, talora quasi nero in fondo vinato, e con le loro estremità superiore ed inferiore s'arrestano a piani romboedrici {100} (fig. 1). E quando ve ne siano delle più lunghe e delle più corte ne risultano anche più piani romboedrici sovrapposti (fig. 1).

La tinta vinata si estende più o meno e talora passa inferiormente per gradi ad una tinta vinato-verdastra, poi giallobruna. Nella zona vinata si osservano quasi sempre zone più o meno grandi il più delle volte lineari, che hanno colorazioni vinate più o meno cupe della fondamentale e che sono parallele anche esse ai piani della terminazione (fig. 1).

La tinta in alcune sezioni è invece bruno-rossastra quasi del colore di mattone-scuro.

A 90° la sezione si mostra per il solito completamente estinta anche se sottile, come in talune di circa mm. 0,4; però spesso nelle zone fibrose si vedono fra le fibre come dei punti di un colore azzurro cupo, che si manifesta poi anche in sezioni più sottili e specialmente ove è meno intensa la colorazione; onde si avrebbe dimostrato il pleocroismo con

ω grigio-azzurro ad azzurro-cupo ε paonazzo a rosso-bruno.

Le sezioni longitudinali di cristalli terminati da *{100}, {11$\bar{1}$}

mostrano tutte una colorazione giallastra o giallo-verdastra più o meno intensa, se collocate parallelamente, e giallo-bruna se normalmente alla sezione principale del nicol, ma in quest'ultimo caso conviene che sieno estremamente sottili, altrimenti appaiono estinte, come nel caso precedente, per il forte assorbimento anche qui delle vibrazioni ordinarie. E se estremamente sottili le tinte del raggio straordinario impallidiscono grandemente. Quindi per le sezioni sottili il pleocroismo si ha con

ω giallo-bruno-cupo con tendenza talora al verde cupo,
ε giallastro-chiaro o giallo-verde.

Nelle sezioni longitudinali del nero inferiore non è raro il vedere attorno alla tinta marrone o giallo-bruna sottili zone giallo-verdi, che stanno ad indicare una costituzione a cartoccio, zone che con vario tuono talvolta si ripetono anche internamente.

Nelle sezioni trasversali di cristalli tanto dell'uno ($\{100\}$) che dell'altro tipo (*$\{100\}$, $\{11\bar{1}\}$) di terminazione si hanno senza sensibile pleocroismo le tinte rispettivamente sovraindicate per le vibrazioni ordinarie; solo però difficilmente si mantengono nel nero inferiore eguali per tutta la loro estensione, variando anzi spesso con distribuzione circolare. Così si vede in diverse sezioni di cristalli del 2.° tipo un nucleo giallo-verdastro circondato da tinta giallo-verde più intensa con linee circolari di separazione e l'intensità del colore cresce fino ad un dato punto oltre il quale i colori stessi si seguono con disposizione inversa (fig. 2).

Nei cristalli policromi a terminazione nera sia ad una che a tutte e due le estremità lo studio della disposizione dei colori se diventa più difficile è anche però molto più interessante. Già da un esame macroscopico si possono rilevare alcuni legami che esistono fra la colorazione nera e le altre dello stesso cristallo. Così le linee e sfumature azzurro-vinate da una parte,

giallo-verdastre pallide dall'altra, che sottostanno e sovrastanno rispettivamente ai due neri superiore e inferiore hanno gli stessi caratteri della zona nera cui si riferiscono, se osservate in sezione sottile. Queste sfumature rare per il nero superiore, che d'ordinario si delimita nettamente dalla zona sottostante, sono quasi abituali per l'inferiore. Quando esistono, per la loro colorazione, anche se leggermente diffusa nella massa acroica, servono bene alla distinzione dei due neri. In questi cristalli policromi è da osservare che spesso appaiono terminati come da una sottile pellicola nera, la quale vedesi quasi esclusivamente guardando il cristallo dall'alto in basso, onde distinsi (Parte I, pag. 29) questi cristalli dagli altri in cui la parte nera ha una notevole estensione. Osservando per traverso quella tinta nera sembra sparire, poichè non è che l'effetto del forte assorbimento delle vibrazioni ordinarie, che si propagano nella direzione dell'asse per chi guardi dal di sopra siffatti cristalli.

Zone nere nei cristalli policromi raro è che si mostrino nel loro mezzo e io non ne ho riscontrate che in pochissimi, in tre o quattro solamente, e sempre nella parte giallo-verde e con disposizione la quale seconda l'andamento dei piani terminali delle estremità (fig. 3).

Al disotto della zona nera superiore viene una zona acroica più o meno estesa, a separazione abitualmente netta per piani paralleli alle facce del romboedro {100} (fig. 4) o della base, e in qualche raro caso all'una e all'altra simultaneamente.

Solo in alcuni cristalli, del pari terminati da {100} e che sembrano di particolari geodi, al nero superiore superficialmente appannato, ma con la consueta struttura e colorazione, segue in basso una porzione verde-azzurrastra assai estesa, nelle cui sezioni o rotture si osserva un'anima scolorita o biancastra con un involucro esterno verde-azzurrognolo (fig. 5). Ed è notevole in questi cristalli la stratificazione per piani romboedrici di

strati diversamente assorbenti, i quali sono poi separati per un nitido piano basale dal sottoposto strato acroico-verdolino (fig. 6).

La polvere delle due porzioni nere, superiore e inferiore, è per la prima grigio-verde, per la seconda grigio-terra, un po' tendente al giallo-verdastro-sporco, ed osservate al microscopio danno rispettivamente i segni di assorbimento e conseguente dicroismo delle rispettive porzioni da cui derivano, con colori tanto più pallidi quanto più piccoli ne sono i grani.

Tormalina celeste-turchina e bigiastra. — Nelle tormaline a terminazione azzurra si manifesta verso un'estremità una tinta cilestra con tendenza talvolta a un verde chiarissimo, tal'altra a un azzurro intenso, la quale poi sfuma nell'acroico o nel roseo sottostante, oppure con questi si alterna in fitti piani paralleli l'uno all'altro e alla base, risultandone per chi guardi attraverso tante linee colorite fra loro vicinissime. E quanto più numerose e vicine sono queste linee tanto più intenso è il colore della parte terminata.

Osservando i cristalli sottili al microscopio si vedono le linee azzurre in molto maggior numero che ad occhio nudo, taluna delle maggiori sdoppiandosi e suddividendosi in molte, sempre fra loro parallele, esilissime tutte, e tante e tante in alcuni cristalli che se ne contano più di cento, acquistandone essi aspetto vaghissimo. Si osservano meglio per le vibrazioni ordinarie che per le straordinarie in ragione della più intensa colorazione che acquistano per quelle.

Con un nicol solo nelle sezioni longitudinali il colore si risolve in una tinta paonazza chiara se collocate parallelamente alla sezione principale del nicol, azzurra se normalmente, così come le sezioni del nero superiore con il quale quindi devono immedesimarsi queste terminazioni azzurrastre.

Le altre tormaline che mostrano le facce terminali rico-

perte da una patina cilestro-cinerea più o meno cupa e che hanno l'aspetto che il Targioni [1] diceva: " di color lilla in " parte trasparente, in parte a zone e tutte nella parte supe- " riore ricoperte da una terra bigia opaca come se fosse spol- " verata di cenere ", osservate al microscopio tanto in sezioni sottili, quanto in esili cristalli si mostrano scolorite per le vibrazioni straordinarie, celestognole per le ordinarie, ma la mancanza apparente e minore intensità delle tinte sono da attribuirsi piuttosto alla meno intensa colorazione che a sostanziali differenze.

Queste tormaline sono tutte policrome a colori delicatissimi. In esse alla zona acroica-cilestra o segue direttamente e con essa sfumantesi una zona giallo-verde assai sbiadita e che aumenta sempre di colore progredendo verso l'altra estremità, oppure a questa si passa attraverso una zona rosea.

Tormalina verde-azzurra e verde-porro. — Già dissi nella Morfologia (pag. 37) come si presentino questi cristalli e come questa parte verde-azzurra, che suole trovarsi al disopra dell'acroico, vada distinta dalla giallo-verde inferiore e ravvicinata piuttosto all'azzurra.

Le osservazioni microscopiche convalidano questo ravvicinamento; infatti non soltanto taluni di questi cristalli mostrano una terminazione nera ove la tinta è più intensa e specialmente se osservati nel verso dell'asse di simmetria principale, ma quelli pure che appaiono verdi in tutta la loro estensione oltre ad essere il verde volgente al turchino se osservati attraverso i prismi, mostrano poi una tinta azzurrastra se si guardano nel verso dell'asse principale, onde unica essenziale differenza coi tipici neri sopradescritti per il pleocroismo è che le vibrazioni straordinarie danno sensazione di verde.

---

(1) Op. cit., pag. 20.

Di questi cristalli, almeno per gli esemplari da me osservati, riesce difficilissimo il fare sezioni perchè sono impiantati sulla roccia per una faccia del prisma. Pur nonostante è facile riconoscere la loro costituzione a cartoccio con un nucleo scolorito e biancastro; così come i cristalli testè descritti a terminazione nera (pag. 11) e le cui zone verdi spettano alla colorazione qui considerata.

Tormalina acroica.—Rari sono i cristalli perfettamente acroici, come già dissi nella prima parte del mio lavoro (pag. 39) e in generale appaiono tali i sottili e gli aciculari, perchè minori in essi gli effetti dell'assorbimento.

Sezioni perfettamente acroiche osservate al microscopio con un solo nicol non danno segno di apprezzabili differenze di assorbimento.

Tormalina rosea. — Oltre quanto fu detto delle tormaline rosee a pag. 49 della prima parte osserverò come non sempre sia facile distinguerle dalle acroiche nei casi in cui ne sia leggerissima la colorazione, solo apprezzabile per grossi strati. E a riconoscere la tinta rosea negli esili cristalli giova osservarli sopra un fondo perfettamente bianco.

Le sezioni sottili longitudinali osservate al microscopio con un nicol parallelamente all'asse appaiono acroiche o leggerissimamente rosee (se il cristallo era roseo-cupo) e rosee con colore più o meno intenso a 90°, onde, come già fu osservato anche da Rammelsberg [1],

ω roseo ε roseo pallidissimo.

Ma se la sezione sia sottilissima si ha apparenza di acroismo anche se osservata coll'asse normale alla sezione principale del nicol e per ciò anche le sezioni trasversali secondo l'intensità

---

(1) Pogg. Ann., 1850, Bd. LXXXI, S. 37.

del colore e la loro sottigliezza ci appaiono ora rosee, ora scolorite.

Osservando cristalli interi al dicroscopio di Haidinger il roseo delle vibrazioni ordinarie diventa più acceso e quello delle straordinarie tende al giallognolo.

In taluni cristalli policromi con costituzione a cartoccio si osserva che il roseo si estende fino all'estremità rotta, la quale presenta internamente un nucleo giallo-verde più o meno intenso. In altri poi, in cui il roseo è molto intenso, il colore verso l'estremità terminata da {100} passa bruscamente ad un vinato intenso, separandosi nettamente dal colore sottostante seguendo linee parallele alle inclinazioni delle facce {100}, le quali guardate nel senso dell'asse di simmetria principale sembrano quasi nere. Quindi questi cristalli somigliano i policromi a terminazione nera, della cui tinta sembrano un' attenuazione. Questi cristalli a colorazione vinata come sospesa su parte acroica osservati al microscopio mostrano questa colorazione di color vinato-giallognolo, come di vino vecchio parallelamente all'asse, e a 90° vinato-intenso, come di vino nuovo, che si diffonde in parte anche negli strati sottostanti.

Tormalina giallo-verde. — Nella prima parte di questo lavoro (pag. 72) d'accordo col vom Rath (Op. cit.), notai come fra tutte le tormaline elbane sono queste che presentano la maggiore varietà nei tuoni di colore; e malgrado le difficoltà incontrate e gli incerti confini di separazione pure le distinsi nei tre gruppi seguenti:

I.	Tormaline a	terminazione	giallo-verdolina
II.	»	»	giallo-verde
III.	»	»	giallo-bruna

Per la moltiplicità dei cristalli posseduti potei fare numerose sezioni, oltre 40, tanto di quelli a tinta più o meno uniforme o gradatamente sfumante, quanto dei policromi a strati

o a zone concentriche ossia con costituzione cartocciforme. Questa struttura è certo più frequente di quello che sembri a prima vista poichè in molti cristalli rotti alla estremità inferiore manca quella parte in cui è più visibile. E in questi quasi sempre si vede nella faccia di frattura un nucleo giallo-verde cupo, non di rado all'apparenza quasi nero.

Rammelsberg [1] dà per le tormaline verdi dell'Elba:

ω verde-pallido (*blassgrün*) ε verde-chiarissimo (*ganz hellgrün*);

ma non fa distinzione fra cristalli a tuoni diversi di colore.

Le sezioni longitudinali di cristalli verdolini in tutta la loro estensione danno, osservate con un nicol solo:

ω giallo-verdolino ε apparente acroismo

e le normali per qualunque rotazione una tinta giallo-verdolina dello stesso tuono con intensità in ragione della grossezza della lamina.

I cristalli giallo-verdi sono sempre policromi terminati da zone sia di verde più pallido, sia anche acroiche. Per il solito si ha uno strato giallo-verde-bottiglia verso l'estremità rotta, il cui colore va poi man mano indebolendosi e si riduce nella maggior parte dei cristalli ad un giallo-verde-grigiastro all'estremità terminata.

Le sezioni longitudinali di questi cristalli osservate parallelamente alla sezione principale del nicol appaiono superiormente acroiche o quasi, non molto trasparenti, e a poco a poco passano in basso ad una tinta giallognola, a giallo-rossastra con disposizione a cartoccio, per il solito con tre o quattro involucri. Osservate normalmente a quella prima posizione la zona acroica si restringe quasi tutta alla sommità e passa in basso

---

[1] Pogg. Ann., 1850, LXXXI, 37.

grado a grado ad un colore giallo-verdolino e giallo-verde sempre più intenso; onde in esso per la parte quasi acroica:

ω giallo-verde-pallido a giallo-verde ε giallognolo a giallo-roseo.

Nei cristalli meno coloriti e nelle sezioni molto sottili si ha quasi apparenza di acroismo; invece osservando i cristalli interi col dicroscopio di Haidinger si ha quasi costantemente:

ω giallo-verdastro, giallo-miele, giallo-rossastro
ε verde a verde-giallognolo pallido

con prevalenza dunque di giallo per l' imagine ordinaria, di verde per la straordinaria.

Nelle sezioni trasversali si osserva chiaramente un nucleo rossastro o marrone scuro ravvolto da strati di tinte giallo-verdi sempre più pallide fino a diventare acroici o quasi. Questo nucleo nelle sezioni longitudinali si avverte bene con le vibrazioni ordinarie, che lo pongono in evidenza per il colore fosco dovuto al loro forte assorbimento.

Il nucleo per il solito si separa nettamente dalla zona sovrastante o per una linea inclinata o per due. In alcuni ha l'aspetto di un vero e proprio cristallino che sia stato incluso in un altro (fig. 7); ma si hanno anche cristalli nei quali invece di essere delimitato in alto e lateralmente da piani cristallini sfuma gradatamente in tinte sempre più pallide.

Le fig. 7-11 mostrano sezioni longitudinali di cristalli osservate per le vibrazioni ordinarie, le quali come dissi ne mettono in maggior rilievo le differenze di assorbimento, e in esse si vede nettamente la costituzione per involucri successivi o a strati che possono anche ripetersi più volte.

Le tormaline giallo-brune al dicroscopio si risolvono nelle tinte stesse delle precedenti e cioè:

ω giallo-miele intenso a giallo-bruno
ε giallo-verdolino a giallo-verde

onde giustificata anche per ciò l'unione in un medesimo gruppo di tutte queste tormaline giallo-verdi dalle pallidissime alle verdi-bottiglia, alle giallo-brune. Da queste si passa con crescente prevalenza di giallo alle nere inferiori, che in lamine sottili danno quasi le stesse imagini di colore al dicroscopio, e che possono quindi considerarsi come la stessa varietà delle giallo-brune più carica di colore e che appaiono nere per il maggiore assorbimento cui danno luogo.

Tormalina gialla. — Già dissi nella Morfologia a pag. 68 come in queste tormaline, che non si presentano mai gialle in tutta la loro estensione, almeno quelle da me osservate, la tinta gialla più o meno estesa passi da un giallo pallidissimo ad un giallo-miele assai scuro sulla parte terminale e sfaccettata di cristalli nel resto acroici o rosei.

Nei cristalli di Facciatoia terminati alle due estremità si ha spesso una terminazione gialla, inferiore a tutte compreso il giallo-bruno, onde già dissi come anche per ciò nella successione dei colori nelle tormaline policrome elbane debba il giallo occupare l'ultimo posto dall'alto al basso.

Secondo la grossezza dei cristalli o delle schegge loro osservate al microscopio si hanno differenze graduali d'assorbimento, che però non è mai molto forte. In quelle debolmente giallognole si ha:

ω giallognolo ε quasi acroico

e in quelle giallo-miele:

ω giallo-arancio intenso ε giallo-verdognolo.

Con differenza notevole nel grado dell'assorbimento da varietà a varietà delle tormaline elbane si può dire che le vibrazioni ordinarie trasmesse sono in generale nel loro complesso di maggiore lunghezza d'onda delle straordinarie. E difatti

non considerando che le tinte dominanti e le più diffuse e tipiche varietà di tormaline elbane si ha:

	ω		ε
Nere superiori e simili . .	azzurro	. .	violaceo
Rosee	roseo	. .	roseo-pallido
Verdi e giallo-verdi . . .	giallo-verde	. .	verde
Giallo-brune e nere inferiori.	giallo-bruno	. .	giallo-verde
Gialle	giallo-arancio	. .	giallo-verdognolo

Cambiamento di colore in ragione della temperatura.

Il primo ad osservare il cambiamento dei colori per mezzo del calore nelle tormaline elbane fu Rammelsberg (¹), il quale dice come per la tormalina verde arroventata in un crogiuolo i pezzetti adoprati diventano bianco-opachi alcuni, altri bruno-chiari, mentre la tormalina rosea diventa bianca come la porcellana. Ed. Jannettaz (²) osservò che le tormaline rosee di Siberia e dell'Elba si decoloravano senza difficoltà esposte al calor rosso. Pose quindi la questione se queste tormaline debbano la loro colorazione a un principio fugace *(principe fugace)* o ad un composto di cromo, che verrebbe modificato dal calore, e si mostrò propenso a credere che per il cambiamento di tinta che si osserva nelle rubelliti elbane si abbia a che fare con un principio fugace di colorazione.

Per le tormaline elbane verdi-chiare, nelle quali la colorazione rammenta quella che si ha per il protossido di ferro Jannettaz dice che col calore restano invariate.

(¹) *Ueber die Zusamm. d. Turmalins ec.* Pogg. Ann. Bd. LXXXI n.º 9, S. 1, Leipzig 1850.

(²) *Note sur l'origine des couleurs et sur les modifications que leur font éprouver la chaleur, la lumière et l'état de l'atmosphère dans les substances minérales.* Bull Soc. Geol. d. France. T. XXIX, 2.ª Ser. p 300, Paris 1872.

A. D'Achiardi (Op. cit.) osservò che la tormalina rosea riscaldata diventava violacea e tanto più intensamente violacea quanto più intensa era la tinta rosea, indi si scolorava quasi del tutto.

Scharizer [1] studiando i colori delle tormaline di Schüttenhofen rispetto alla chimica composizione fa notare il legame apparente con le variabili proporzioni del ferro e del manganese. E discorrendo, per confronto, anche delle tormaline di altre località pone in rilievo per quelle dell'Elba, secondo le analisi del Rammelsberg, il rapporto seguente:

	MnO	:	FeO
Tormalina nera	1	:	17,3
„ nero-verdastra	1	:	5,7
„ idem	1	:	1,5
„ verde-chiara	1	:	0,5

dal quale si vede come il tenore in ferro rispetto al manganese vada crescendo dalle tormaline più chiare alle più scure per raggiungere un massimo nelle azzurro-nere.

Nelle acroiche e nelle rosee, mentre il ferro manca, accanto a piccole dosi di manganese si trovano predominanti gli alcali e in special modo la litina e la soda.

In alcune tormaline rosee, non dell'Elba però, furono trovate anche dosi di ferro e per quelle di Schüttenofen lo Scharizer dà i seguenti rapporti:

	MnO		FeO
Tormaline azzurro-nere	1	:	8,86
„ verdi-azzurre.	1	:	1,45
„ rosse	1	:	0,63

e conclude che col crescere del manganese si passa dall'azzurro al verde, al rosso.

---

[1] *Ueber die chemische Constitution und über die Farbe der Turmaline von Schüttenhofen*. Groth Zeit. Bd. 15, S. 337. Leipzig 1889.

Questi stessi rapporti erano stati già notati, e per le tormaline elbane anche da A. D' ACHIARDI nella *Mineralogia della Toscana* (vol. II, pag. 209), ma lo SCHARIZER ritiene non sia la semplice presenza e proporzione degli ossidi dei varii metalli quella che determina il colore, ma sibbene anche il loro grado diverso di ossidazione.

Già HAIDINGER [1] nel 1845 aveva emesso questa opinione, e MITSCHERLICH e RAMMELSBERG, che esclusero la presenza dell'ossido ferrico $Fe_2 O_3$ nelle tormaline, se valutarono anche il manganese come MnO, non provarono però che non vi potesse essere anche in stato di ulteriore ossidazione; anzi il RAMMELSBERG stesso aveva nel suo primo lavoro sulle tormaline ammesso la presenza anche del sesquiossido di manganese.

Per vedere se questi diversi gradi di ossidazione esistessero nelle tormaline e per vedere quale influenza esercitassero SCHARIZER sottopose alla prova dell'arroventamento in una fiamma ricca di ossigeno varie tormaline azzurro-nere, rosse e verde-azzurre di Schüttenhofen, e constatò che i colori delle tormaline erano strettamente collegati fra loro e che si poteva passare dall'uno all'altro mercè l'arroventamento.

Dedusse da ciò che non erano le proporzioni del ferro e del manganese, le quali nell'arroventamento restano invariate, la sola cagione della varietà dei colori, ma che i diversi gradi di ossidazione dovevano contribuire a determinare quella differenza. E cita in appoggio della sua tesi il fatto delle soluzioni dei sali di manganese, i quali per ossidazione cambiano di colore passando per le qualità e tuoni di tinte che si riscontrano nelle varie tormaline.

Sottoposi io pure varii cristalli di tormalina all'arroventa-

---

[1] Verhandl. d. böhm. Ges. d. Wiss., 1845.

mento in un crogiuolo di platino servendomi di una lampada a gas e di una soffieria per le prove di breve durata.

Le tormaline acroiche restano invariate, solo qualcuna accenna ad acquistare un colore giallino appena visibile.

Le rosee, se sbiadite di tinta, mostrano tendenza a decolorarsi e le più si scoloriscono completamente nei primi minuti dell'arroventamento; poi il colore scomparso tende a ricomparire e in special modo col raffreddamento, ma con tuono di tinta minore e con apparenza quasi lattescente. I cristalli invece intensamente colorati o aumentano di intensità nel tuono o acquistano una colorazione giallo-verde più o meno intensa. Il rosso-vinato, che si ritrova in taluni cristalli sospeso sulla parte acroica (Parte I, pag. 50), col riscaldamento diviene violaceo e resta tale anche nel raffreddamento.

Le tormaline giallo-verdi-chiare tendono pure a decolorarsi, con un prolungato arroventamento non è raro che diventino rosee e rosee pure le giallo-verdi con colorazione più intensa, per terminare col prolungarsi dell'azione del calore a un rosso-mattone più o meno vicino al rosso-fegato, che acquistano le tormaline nere.

Le nere nei primi momenti dell'arroventamento restano invariate; successivamente il nero-azzurro superiore diviene rosso-fegato e il nero-verde inferiore diventa nero-grigiastro nell'interno e circondato da uno strato periferico rosso-mattone.

Sottoposi all'arroventamento cristalli neri policromi con zona giallo-verde fra i due neri superiore e inferiore, e in tutti la parte nera superiore con arroventamento assai prolungato divenne rosso-fegato e il rimanente del cristallo acquistò internamente una colorazione nero-grigiastra ed esternamente rosso-mattone e non fu più possibile la distinzione fra le due zone giallo-verde e nero inferiore.

Le colorazioni rosso-mattone e rosso-fegato, che in questi

cristalli si manifestano con l'arroventamento, sono dovute verosimilmente a sovraossidazione del ferro.

Nelle tormaline policrome ogni zona acquista una speciale colorazione ed è notevole il risalto che nelle sezioni trasversali acquista la distribuzione a cartoccio dei colori, anche là dove nelle condizioni ordinarie non apparisce o apparisce appena. Per le molte prove fatte credo si possa dire che le tormaline presentano costituzione a cartoccio per tutte le zone di colori, eccettuata la nera superiore, che non mostrò mai neppure con l'arroventamento un nucleo di colore differente dalla parte esterna; ciò che starebbe ad indicare che l'accrescimento dei cristalli avvenne prima lateralmente e verticalmente fino a che cominciò a formarsi la parte nera superiore e allora l'accrescimento non avvenne che in altezza e per piani esattamente paralleli fra loro e alle facce terminali. Le stesse differenze di contegno al calore fra nero superiore e inferiore ho riscontrato arroventando invece di cristalli interi le loro polveri. Quelle delle parti azzurro-nere superiori diventano rosse-tabacco; le altre grigio-cupe quasi dello stesso colore dei nuclei surricordati nelle tormaline policrome.

Da queste indagini se l'ipotesi di Scharizer, che cioè i colori delle tormaline sono dovuti a diversa ossidazione del manganese, trova in parte una conferma, si ha pure evidentemente che non solo ad essa, ma anche alla presenza e proporzione dei varii metalli sono da attribuirsi le diverse colorazioni.

E per il fatto che in molti casi nei cristalli col raffreddamento, dopo essere stati arroventati, si ripristinò il colore primitivo, può anche ritenersi che taluni cambiamenti di colorazione, che si ottengono con l'arroventamento, anzichè a diversi gradi di ossidazione siano dovuti a cambiate condizioni di assorbimento della luce per le mutate condizioni fisiche dei cristalli, mutamenti prodotti dalla cambiata temperatura.

Indice di rifrazione.

Nelle molteplici memorie che ho dovuto consultare nel corso di questo mio lavoro, mentre ho trovato che molti autori si sono occupati delle tormaline dell'Elba sotto varii aspetti, solamente due ne danno l'indice di rifrazione. Il primo è Miklucho-Maclay, il quale per quanto ne dice il Rosenbusch (1) avrebbe trovato per una tormalina scolorita dell'Elba:

$$\omega_{na} = 1{,}6397 \qquad \varepsilon_{na} = 1{,}6208.$$

Il secondo è K. Zimànyi (2), che in una tormalina pure scolorita dell'Elba, mostrante nella parte mediana un nucleo verde-giallastro circondato da una zona roseo-chiara, osservava che l'immagine degli assi è qua e là distorta, e per l'indice di rifrazione dava:

	Δ	x
$\omega_{na} = 1{,}\,6386$	8	7
$\varepsilon_{na} = 1{,}\,6202$	7	7

dove Δ rappresenta la massima differenza fra le singole osservazioni data in unità di quarte decimali, ed x il numero delle osservazioni.

Io ebbi agio di osservare e prendere le relative misure in molti prismi tagliati parallelamente all'asse principale di simmetria in cristalli opportunamente scelti nelle diverse varietà di tormaline del granito elbano, eccettuate quelle a terminazione celeste-turchina, verde-azzurra, verde-porro e gialla, per le quali non fu possibile tagliare alcun prisma, essendo la colorazione limitata o come velatura o come linee ad una estremità.

(1) *Physiographie:* 1, 364, Stuttgart 1885.

(2) *Die Hauptbrechungsexponenten der wichtigeren gesteinsbildenden Mineralien bei Na-Licht.* Zeit. Groth, 22, S. 321, 1894.

I prismi furono in parte tagliati da Koristka a Milano, in parte nel laboratorio di Mineralogia dell'Università di Pisa.

Le determinazioni furono fatte con un goniometro-rifrattometro Fuess n.° II, a temperatura variabile dai 12° ai 15° C., e con luci ottenute da una lampada Laspeyres con i solfati di litio, sodio e tallio. Solo quando con tali luci male appariva o non appariva affatto l'imagine rifratta del segnale fu determinato, approssimativamente, l'angolo di minima deviazione dei varii colori apparenti nello spettro di vivace luce di gas data da una lampada Argand, quale ha pure servito per le misure goniometriche. Ciò fu fatto sempre per la zona azzurro-violacea designata come la zona dell'indaco *i*. Le determinazioni sia per l'azzurro-violaceo, sia per il giallo *g* e il verde *v* e il rosso *r*, eseguite nei casi in cui non valeva l'uso della luce monocromatica, essendo fatte collocando il filo del reticolo nella parte media di zone a limiti sfumanti, e quindi incerti e indecisi, hanno solo un valore approssimativo specialmente per la zona azzurro-violacea, essendo le colorazioni più rifratte dello spettro molto diffuse, spesso in parte invisibili, in particolar modo quelle del raggio ordinario.

La determinazione con la luce gialla del sodio fu possibile per tutte le tormaline, eccettuate le nere, di cui una sola fa a sua volta eccezione, le quali solo in prossimità dello spigolo rifrangente permettono il passaggio a luce che sia molto viva, come quella di una lampada Argand, rimanendo però pur ivi completamente assorbita l'imagine ordinaria e non poche vibrazioni anche della straordinaria, il cui spettro vedesi ridotto a poche zone e in qualche caso ad una sola rosso-paonazza. In generale il nero superiore è più assorbente dell'inferiore, poichè solo in un prisma a piccolissimo angolo rifrangente (18° 28') è visibile lo spettro intero del raggio straordinario e furono possibili le determinazioni per il rosso, il giallo del sodio, il verde e l'indaco.

Per ogni varietà di tormalina furono tagliati più prismi e per ogni prisma fatte più determinazioni e per taluni anche a parecchi giorni d'intervallo e i risultati coincidenti, o diversi solo in limiti ristrettissimi, garantiscono dell'accuratezza delle osservazioni.

Nel collocamento a posto dei prismi in cristalli, nei quali si riscontrano fenditure e altre imperfezioni interne, si ebbe sempre cura di far coincidere con l'incrociamento dei fili del reticolo la parte più omogenea e più limpida dei prismi stessi, collocando il filo verticale il più vicino possibile allo spigolo rifrangente onde diminuire gli effetti dell'assorbimento.

Per i cristalli policromi furono determinati separatamente, procedendo dall'alto al basso, gli indici delle zone variamente colorate sia tagliando i cristalli in modo da separare queste l'una dall'altra, sia accecandole alternativamente con uno strato di cera e non lasciando allo scoperto che la zona di quel colore per cui voleva farsi la misura.

Nei seguenti specchi le varie zone sono indicate con le lettere *a b c* a cominciare dalla superiore o più lontana al punto di impianto dei cristalli stessi; e con i simboli *Li, Na, Tl* sono rispettivamente indicati gli indici determinati con luci monocromatiche ottenute dai solfati di litio, sodio e tallio; con *i* quelli riferentisi alla zona azzurro-violacea dello spettro. Ove non si sieno potute fare determinazioni con luci monocromatiche le lettere *r, g* e *v* accanto all'indice denotano che questo fu determinato nelle zone rossa, gialla e verde dello spettro ottenuto come per *i* da una lampada Argand.

I cristalli esaminati presentano i seguenti colori:

Monocromi.

1. Nero. (Nero superiore, azzurro-paonazzo visto per trasparenza.)

2-3-4. Acroico.
5-6. Roseo-chiaro.
7-8-9. Roseo.
10. Roseo-scuro. Con screpolature interne.
11. Giallo-verdolino con tendenza all'acroico; perfettamente omogeneo.
12. Giallo-verde. Cristallo tutto di un bel colore olivina limpidissimo.

Policromi.

13-14. *a* Nero (superiore). *b* Giallo-verde assai chiaro. *c* Nero (inferiore, giallo-bruno per trasparenza).
15. *a* Nero (superiore). *b* Giallo-verde.
16. *a* Acroico. *b* Roseo.
17. *a* Acroico. *b* Roseo. *c* Giallo-verde. Superiormente terminato dalla base di color bigiastro.
18. *a* Roseo-chiaro. *b* Giallo-verde.
19. *a* Roseo-verdastro. *b* Giallo-verde.

	ω				ε			
	Li	*Na*	*Tl*	*i*	*Li*	*Na*	*Tl*	*i*
1	—	—	—	—	*r* 1,6301	1,6353	*v* 1,6393	1,6445
2	1,6411	1,6445	1,6480	1,6557	1,6190	1,6222	1,6259	1,6314
3	1,6407	1,6441	1,6473	1,6549	1,6211	1,6242	1,6270	1,6332
4	1,6397	1,6426	1,6455	1,6555	1,6189	1,6225	1,6254	1,6340
5	1,6383	1,6413	1,6446	1,6539	1,6200	1,6223	1,6253	1,6327
6	1,6384	1,6417	1,6452	1,6528	1,6189	1,6223	1,6252	1,6323
7	1,6401	1,6440	1,6473	1,6559	1,6189	1,6229	1,6265	1.6333
8	1,6388	1,6421	1,6450	1,6550	1,6189	1,6221	1,6249	1,6342
9	1,6375	1,6415	1,6449	1,6530	1,6184	1,6220	1,6254	1,6320
10	1,6377	1,6420	1,6460	1,6523	1,6178	1,6221	1,6260	1,6318

	ω				ε			
	Li	*Na*	*Tl*	*i*	*Li*	*Na*	*Tl*	*i*
11	1,6417	1,6442	1,6488	1,6550	1,6212	1,6230	1,6269	1,6330
12	*r* 1,6431	1,6460	*v* 1,6496	—	*r* 1,6214	1,6246	1,6275 (1)	1,6343
13 *a*	—	—	—	—	*r* 1,6339	—	—	—
b	*r* 1,6459	1,6477	1,6490	1,6526	*r* 1,6223	1,6243	1,6258	1,6319
c	—	—	—	—	*r* 1,6329	*g* 1,6362	*v* 1,6384	—
14 *a*	—	—	—	—	*r* 1,6371	—	—	—
b	1,6406	1,6441	1,6474	1,6528	1,6207	1,6236	1,6272	1,6331
c	—	—	—	—	*r* 1,6371	*g* 1,6414 (2)	—	1,6460
15 *a*	—	—	—	—	*r* 1,6316	—	—	—
b	1,6431	1,6465	1,6497	1,6574	1,6207	1,6242	1,6267	1,6344
16 *a*	1,6390	1,6424	1,6457	1,6512	1,6191	1,6222	1,6250	1,6314
b	1,6396	1,6426	1,6460	1,6520	1,6200	1,6231	1,6263	1,6318
17 *a*	1,6393	1,6422	1,6460	1,6537	1.6198	1,6225	1,6253	1,6340
b	*r* 1,6394	1,6421	1,6458	1,6527	*r* 1,6202	1,6223	1,6249	1,6327
c	*r* 1,6427	1,6473	1,6507	1,6573	*r* 1,6195	1,6226	1,6262	1.6341
18 *a*	1,6380	1,6415	1,6443	1,6518	1,6190	1,6223	1,6251	1,6316
b	*r* 1,6456	1,6480	*v* 1,6511	1,6564	*r* 1,6205	1,6233	*v* 1,6267	1,6315
19 *a*	1,6414	1,6450	1,6478	1,6547	1,6198	1.6226	1,6259	1,6327
b	1,6449	1,6480	1,6515	1,6581	1,6203	1,6234	1,6267	1,6338

Dai surriferiti indici si rilevano i seguenti valori del potere rifrattivo medio $\frac{2\omega + \varepsilon}{3}$ considerato rispetto alla luce del sodio come intermedia e di più esatta determinazione, e della potenza birifrattiva ω-ε rispetto alle luci del *Li, Na, Tl,* omessa quella dei raggi azzurro-violacei come di incerta determinazione. Le tormaline nel seguente specchio sono ordinate a seconda del colore riferendo ad ogni varietà la zona della relativa colorazione per le tormaline policrome e riunendo insieme le giallo-verdoline con le giallo-verdi, dalle quali non sembrano otticamente mostrar differenze.

(1) $v = 1{,}6280$.

(2) La misura è presa nel mezzo alla zona giallo-verde dello spettro.

		$\frac{2\omega+\varepsilon}{3}$	$\omega-\varepsilon$ *Litio*	*Sodio*	*Tallio*	
T. acroiche	2	1,6371	0,0221	0,0223	0,0221	
	3	1,6375	0,0196	0,0199	0,0203	
	4	1,6359	0,0208	0,0201	0,0201	
	16_a	1,6357	0,0199	0,0202	0,0207	
	17_a	1,6356	0,0195	0,0197	0,0207	
		1,6364	**0,0204**	**0,0204**	**0,0208**	**0,0205**
T. rosee	5	1,6350	0,0183	0,0190	0,0193	
	6	1,6352	0,0195	0,0194	0,0200	
	7	1,6370	0,0212	0,0211	0,0208	
	8	1,6354	0,0199	0,0200	0,0201	
	9	1,6350	0,0191	0,0195	0,0195	
	10	1,6354	0,0199	0,0199	0,0200	
	16_b	1,6361	0,0196	0,0195	0,0197	
	17_b	1,6355	*r* 0,0192	0,0198	0,0209	
	18_a	1,6351	0,0190	0,0192	0,0192	
	19_a	1,6375	0,0216	0,0224	0,0219	
		1,6357	**0,0197**	**0,0200**	**0,0201**	**0,0199**
T. giallo-verdi	11	1,6371	0,0205	0,0212	0,0219	
	12	1,6389	*r* 0,0217	0,0218	0,0216 *v*	
	13_b	1,6399	*r* 0,0236	0,0234	0,0232	
	14_b	1,6373	0,0199	0,0205	0,0202	
	15_b	1,6391	0,0224	0,0223	0,0230	
	17_c	1,6391	*r* 0,0232	0,0247	0,0245	
	18_b	1,6398	*r* 0,0251	0,0247	0,0244 *v*	
	19_b	1,6398	0,0246	0,0246	0,0248	
		1,6389	**0,0226**	**0,0229**	**0,0229**	**0,0228**

Eliminando i cristalli, in cui le determinazioni furono fatte, almeno in parte, a luce non monocromatica, si hanno per $\omega-\varepsilon$ i seguenti valori medii:

	Litio	*Sodio*	*Tallio*	
T. acroiche:	0,0204	0,0204	0,0208	0,0205
T. rosee:	0,0198	0,0200	0,0201	0,0200
T. giallo-verdi:	0,0220	0,0222	0,0225	0,0222

Sembra potersene ricavare le seguenti conclusioni:

1.° L'indice di rifrazione è diverso da varietà a varietà di tormalina non solo nei cristalli diversamente colorati, ma anche per le diverse parti di uno stesso cristallo policromo, a ciascuna zona di colore diverso corrispondendo in generale il potere rifrattivo proprio della varietà di quel dato colore.

2.° Quando si hanno differenze fra individui diversi di una stessa varietà quelle differenze ordinariamente piccole possono essere in rapporto con le differenze cristallografiche fra cristallo e cristallo e in parte forse colle condizioni del taglio dei prismi.

3.° Queste differenze fra individuo e individuo della stessa varietà sono maggiori per l'indice ω che per ε.

4.° Il potere rifrattivo medio $\frac{2\omega + \varepsilon}{3}$ di poco differisce fra le acroiche e le rosee, le due varietà fra loro più vicine cristallograficamente e chimicamente e che si presentano spesso sfumanti l'una nell'altra. Cresce passando da esse alle giallo-verdi e più ancora alle nere tanto se spettanti al nero superiore che all'inferiore. Vero è che per le tormaline nere, le quali assorbono completamente le vibrazioni del raggio ordinario, non fu possibile determinare $\frac{2\omega + \varepsilon}{3}$, ma dalla sola determinazione di ε si rileva come quel valore debba essere di gran lunga superiore che nelle altre varietà. Può dirsi dunque che cresca in ragione anche del potere assorbente della tormalina.

5.° Dalle analisi che si conoscono delle tormaline elbane sembra che queste differenze sieno in rapporto con la composizione chimica, essendo le acroiche e le rosee prevalentemente alcaline *(Li, Na, etc.)* e più fluorifere; le giallo-verdi manganesifere, le nere ferroso-magnesiache etc. e in rapporto quindi anche con la densità, la quale secondo le determinazioni da me fatte sarebbe: 3,026-3,043 per le acroiche e le rosee; 3,068-3,083

per le giallo-verdi e 3,086-3,174 per le nere senza far distinzione fra nero superiore e inferiore.

6.° La potenza birifrattiva sembra crescere in ragione delle differenze cristallografiche fra i valori di a e di c, ossia in ragione inversa della lunghezza dell'asse di simmetria, così almeno è per le principali varietà giallo-verde, acroica e rosea. Delle nere nulla può dirsi per il completo assorbimento di ω e delle giallo-verdoline, che sembrerebbero far eccezione, conviene osservare che mentre in queste ricerche si comportano come tutte le altre giallo-verdi, sono così poche e così discordanti le determinazioni goniometriche fatte dei cristalli di questa apparenza, i quali in parte si avvicinano agli acroici, in parte ai giallo-verdi, da far dubitare, come già fu detto a suo tempo (1), che debbano mantenersi in gruppo a parte.

7.° Le piccole differenze ottiche fra l'uno e l'altro cristallo della stessa varietà non tutte sono spiegabili egualmente con le differenze cristallografiche e nemmeno con le condizioni del taglio nel caso in cui le facce del prisma non sieno riescite perfettamente parallele all'asse, o con le condizioni dell'assorbimento (2). Così è della maggior differenza che, indipendentemente anche dal valore dello spigolo rifrangente per i cristalli assorbenti, passa fra gli indici di rifrazione del raggio ordinario di fronte a quelli dello straordinario, spesso fra loro uguali o vicinissimi e della assai grande variabilità, per alcuni casi, della potenza birifrattiva.

La determinazione ottica fu fatta come di cristalli romboedrici nella supposizione cioè che nei piani normali all'asse di simmetria principale la luce avesse eguale velocità in ogni direzione. Ma se, come fan sospettare anche le determinazioni

---

(1) *Le Tormaline del granito elbano.* Parte prima, pag. 72.

(2) W. Voigt. *Ueb. d. Bestimmung d. Brechungsind. absorbirender Medien* — Wiedemann Ann. 1885, 144.

cristallografiche, si abbia a che fare con cristalli tendenti alla biassicità, quelle maggiori differenze che si riscontrano fra i valori del raggio ordinario in confronto allo straordinario, apparenti come anomalie, troverebbero facile spiegazione con il cadere lo spigolo rifrangente in uno o in altro piano verticale.

Ad avvalorare questa supposizione fu tentato di tagliare in alcuni cristalli due prismi per ciascuno coi piani bisecanti l'angolo rifrangente in determinate direzioni cristallografiche (sezioni principali del cristallo supposto biasse) fra loro normali e con spigolo rifrangente parallelo all' asse di simmetria esagonale. Fatto e misurato il primo prisma riesciva difficilissimo, se non impossibile, tagliare il secondo, trattandosi di cristalli assai piccoli e d'altra parte i grandi non potevano adoperarsi per la loro abituale torbidezza. Si dovè ricorrere alla confezione di prismi trigoni valendosi di 3 facce alterne del prisma $\{10\bar{1}\}$ in cristalli omogenei e limpidi, i quali non avevano bisogno che di essere leggermente levigati per togliere le strie.

Non si avevano così le due direzioni volute ad angolo retto, per le quali, se bene scelte si sarebbero dovuti riscontrare i massimi della differenza nelle vibrazioni normali all'asse (considerate come ordinarie); ma invece si avevano tre direzioni, una delle quali corrispondente ad una di esse, le altre due ad angolo della prima tanto diverso da 120° di quanto nel lustrare il cristallo si fossero alterati da 60° gli angoli dell' artificiale prisma trigono. La differenza nelle varie determinazioni sarebbe dunque stata minore, ma se ci fosse, si sarebbe anche così riscontrata e con ciò di particolare che due delle tre determinazioni di ω avrebbero dovuto dare resultati presso a poco uguali, uguali del tutto se gli angoli del prisma si fossero potuti mantenere immutati e di 120°; invariabile doveva sempre restare il valore di ε per ogni spigolo rifrangente. Prima di accecare le altre 3 facce dell' originario prisma esagonale fu riscontrato se

si mantenevano ancora in zona con esse le facce lustrate, quindi per successivi accecamenti e misure ripetute più volte furono determinate per la sola luce del *Na* i tre indici, che per le zone diversamente colorate risultarono essere:

Cristallo	*Zona*	*Angolo rifrangente*	ω	ε	ω-ε
I	acroica	1° = 59° 24′ 0″	1,6409	1,6219	0,0190
		2° = 63° 38′ 0″	1,6417	1,6219	0,0198
		3° = 56° 58′ 0″	1,6418	1,6219	0,0199
	rosea	1° = 59° 24′ 0″	1,6420	1,6226	0,0194
		2° = 63° 38′ 0″	1,6417	1,6225	0,0192
		3° = 56° 58′ 0″	1,6420	1,6224	0,0196
II	acroica	1° = 58° 57′ 0″	1,6432	1,6226	0,0206
		2° = 59° 39′ 30″	1,6436	1,6226	0,0210
		3° = 61° 23′ 30″	1,6435	1,6225	0,0210
	giallo-verde	1° = 58° 57′ 0″	1,6470	1,6234	0,0236
		2° = 59° 39′ 0″	1,6479	1,6234	0,0245
		3° = 61° 24′ 0″	1,6478	1,6234	0,0244
III	acroica	1° = 65° 19′ 0″	1,6407	1,6220	0,0187
		2° = 62° 4′ 0″	1,6420	1,6219	0,0201
		3° = 52° 37′ 0″	1,6419	1,6224	0,0195
	rosea	1° = 65° 19′ 0″	1,6422	1,6225	0,0197
		2° = 62° 5′ 0″	1,6408	1,6218	0,0190
		3° = 52° 36′ 0″	1,6421	1,6224	0,0197

La supposizione fatta che alla maggior differenza fra i valori di ω di fronte a quelli di ε e alla variabilità della potenza birifrattiva fra l'uno e l'altro cristallo dello stesso colore contribuisca la tendenza alla biassicità sembrerebbe dunque trovar conferma in queste determinazioni. — Però i resultati non sono sempre del tutto concordanti. È constatata la maggior differenza di uno dei 3 valori di ω di fronte agli altri due quasi eguali fra loro; è constatata l'eguaglianza o quasi fra i tre valori di ε, che tanto più si scostano da quell'eguaglianza, quanto

più i valori degli spigoli rifrangenti accennano per le varie zone a non mantenuto parallelismo con l'asse di simmetria delle facce per tutta la loro estensione; ma quelle differenze non si corrispondono sempre, nè per la misura, nè per la posizione e non in ogni caso si può escludere che a produrle possano contribuire anche le interne imperfezioni, che talune zone dei cristalli esaminati presentano. Quindi più che una regolare biassicità dei cristalli conviene concludere che esistano abituali anomalie, che per grado e direzione possono essere diverse non solo da cristallo a cristallo, ma da zona a zona di uno stesso cristallo.

Figure d'interferenza.

Fra i minerali uniassici la tormalina è uno di quelli che presenta più di frequente anomalie ottiche.

Jenzsch (1) fu fra i primi ad osservarle e pur anco in cristalli rosei dell'Elba, nei quali trovò un sistema ovale di anelli con due scure iperboli, e ne concluse che:

1.° Le tormaline osservate sono otticamente biassi;

2.° L'angolo acuto degli assi ottici è assai piccolo;

3.° L'ottica linea mediana coincide con l'asse della tormalina.

Dopo di lui altri pure le osservarono e cercarono di interpetrarle chi in un modo chi in un altro.

Così furono dal Mallard (2) attribuite a mimesia, dal Rosenbusch (3) a stratificazioni isomorfe e da altri ad altre cagioni, le quali tutte riassume e discute il Brauns (4) nel suo grande lavoro sulle anomalie ottiche dei cristalli. Ivi il Brauns descrive anche due tormaline elbane, nelle cui sezioni normali all' asse e a parti acroiche e rosee si sarebbe riscontrato un contegno

(1) *Bemerkungen über optisch zweiaxige Turmaline.* Pogg. Ann. Bd. CVIII, S. 645 Leipzig 1859. (2) *Anom. Opt.* 1876. 150. (3) *Mikrosc. Physiogr.* 1885, 1, 364. (4) *Die opt. Anom. d. Kryst.*, Leipzig 1891.

uniassico nelle prime, biassico con più o meno d'irregolarità nelle seconde. E determinò in queste l'angolo e il piano degli assi ottici, quello di 12°-15°, questo normale ad uno spigolo marginale del 2.° prisma. Il Brauns attribuisce l'anomalia ad interne tensioni (*Spannungen*) per mescolanze isomorfe, quali si hanno nelle tormaline policrome.

F. Pokels [1] studiando l'influenza di un campo elettrostatico sul contegno ottico dei cristalli piezoelettrici rammenta anche le tormaline trasparenti dell'Elba, ma solo per dire come le loro forti anomalie ottiche impediscano di rendersi esatto conto dei cambiamenti della doppia rifrazione avvenuta nel campo elettrostatico.

Lo studio delle figure d'interferenza nelle tormaline elbane aveva per me sommo interesse, poichè sperava trovarvi una corrispondenza con le anomalie cristallografiche già da me determinate, onde feci numerose sezioni normali all'asse delle diverse varietà, sezioni che se per alcune varietà come le acroiche, le rosee e le giallo-verdi limpide, potei ottenere di sufficiente spessore da potersi bene osservare all'apparecchio ordinario di polarizzazione del Groth, per altre varietà invece, come le nere, le azzurro-nere, fui costretto a ridurle alla massima sottigliezza per il forte assorbimento delle vibrazioni ordinarie ed osservarle quindi al microscopio polarizzante.

In tutte le varietà di tormalina ho riscontrato sempre segni più o meno evidenti di biassicità e tanto per sezioni di un solo colore, quanto per policrome con costituzione a cartoccio, onde mi sembra si possa ritenere non essere l'associazione omeomorfa delle diverse varietà la sola cagione dell'anomalia.

Da varietà a varietà di tormalina si hanno differenze di

[1] *Ueber den Einfluss des elektrostatischen Feldes auf das optische Verhalten piëzoelektrischen Krystalle.* N. Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal., II Bd., 2 Htt. *S. 241, Stuttgart, 1894.*

grado nel segno della biassicità; così meno appariscente nelle acroiche, ho riscontrato essere al massimo grado in alcune rosee e giallo-verdi, nelle quali l'angolo degli assi ottici nell'aria raggiunge valori notevoli, frequentemente 3°-6° e fino 10° circa, come ho trovato in una sezione di tormalina rosea. Ma non si ha affatto costanza in questi valori, i quali variano non solo da tormalina a tormalina della stessa varietà, ma anche da punto a punto della stessa sezione; come varia anche nello stesso modo la direzione del piano degli assi ottici.

Perciò credo si possa ammettere o complicata struttura dei cristalli, e già nello studio geometrico aveva esternato il dubbio che le oscillazioni dei valori angolari potessero attribuirsi a struttura polisintetica (parte I.ª pag. 21) o a sofferte tensioni, che ne abbiano modificata la regolare struttura romboedrica.

Per rendermi meglio conto di ciò ho studiato le figure d'interferenza nelle varie parti di una sezione rappresentanti punti cristallografici distinti e specialmente in prossimità degli angoli e dei lati delle sezioni orizzontali dei prismi.

In molte sezioni non fu possibile rilevare altro che il piano degli assi ottici. D'ordinario normale ad una faccia di $\{10\bar{1}\}$ non conserva sempre la stessa posizione, e in taluni punti appare invece normale ad una faccia di $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, come già aveva riscontrato per altre tormaline A. Karnojitzky (1). Al pari di questo ho io pure osservato che procedendo da un punto ad un altro nella stessa direzione si vede a poco a poco diminuire l'angolo degli assi ottici sino a ridursi a 0°, per poi riaprirsi in altra direzione. Non ho constatato affatto che le parti centrali dei cristalli, nemmeno in quelli a cartoccio, sieno costantemente uniassi, che anzi spesso vi ho trovato larga apertura di angoli,

(1) *Krystallographisch-optischen Studien am Turmalin.* Verh. d. k. russ. Min. Gesel. 1890 (1891), 27, 209-288.

con minore costanza però che nelle parti periferiche, ciò che non sarebbe in accordo con quello che dice il Brauns (op. cit.), ma lo sarebbe con ciò che Jenzsch (op. cit.) ha osservato nelle tormaline rosse e verdi a cartoccio di Penig, nelle quali trovò la biassicità nei due involucri con cambiamento del piano degli assi ottici passando dal nucleo verso l'esterno. Nelle parti periferiche si dà non di rado che almeno il piano degli assi ottici si mantenga in direzione costante nello spazio limitato da ogni coppia di lati di $\{10\bar{1}\}$; nelle parti centrali invece da un punto all'altro si passa e repentinamente ad orientazione del tutto differente.

In una sezione di un cristallo giallo-verde-olio, trasparentissimo e molto omogeneo, ho riscontrato sufficiente regolarità di contegno per orientazione diversa della lamina, in modo da potersi riferire le figure d'interferenza a tre settori distinti come se il cristallo fosse mimetico per tre prismi rombici in parte compenetrantisi (fig. 12). E osservando bene le figure d'interferenza in questa e in altre sezioni consimili vi ho riscontrato più o meno evidenti segni di dispersione inclinata, onde la tendenza al monoclinismo, già rilevata anche per lo studio cristallografico.

In un'altra sezione della stessa varietà di tormalina ho pure ritrovato lo stesso accenno di dispersione, però in alcune aree il piano degli assi ottici è normale ad una faccia di $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ invece che ad una di $\{10\bar{1}\}$ (fig. 13). E pure normale a una faccia di $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ è quasi costantemente in un' altra sezione policroma con costituzione a cartoccio (fig. 14).

Dallo studio ottico vengono quindi pienamente confermate le induzioni fatte sulla struttura polisintetica di questi cristalli. Certo non se ne può esattamente determinare l'edificio cristallino e concludere che la struttura mimetica sia la sola cagione dell'anomalia. Anzi il contegno variabile non solo nella direzione del

piano quanto e più specialmente nel valore dell'angolo degli assi ottici nello stesso settore fa credere che a produrre l'anomalia oltre l'unione di subindividui abbiano contribuito tensioni diverse per piccole diseguaglianze nell'assestamento delle molecole non perfettamente isomorfe, quali s'induce anche che siano dalle differenze goniometriche già da me poste in evidenza nella prima parte di questo lavoro e che secondano gradatamente le piccole differenze di costituzione chimica della sostanza tormalinica.

Contegno termico.

Se si hanno importanti studi, come quelli di Knoblauch (1), Thompson e Lodge (2), Stenger (3), Joly (4), Doelter (5), Jannettaz (6) ecc. sulla irradiazione, conducibilità, dilatazione e calorico specifico delle tormaline, non vennero tuttavia mai per ciò cimentate tormaline elbane.

Solo nello studio dei fenomeni ottici ed elettrici per l'influenza del calore alcune di esse furono sottoposte ad esperimento per determinarne i mutamenti di colore, la biassicità, e la carica elettrica.

Fu negli esperimenti di piroelettricità che il Riecke (7) oltre a porre in evidenza i rapporti fra la temperatura e la carica e conducibilità elettrica determinava anche il cosiddetto coeffi-

---

(1) Pogg. Ann. Bd. 74, S. 133; Bd. 35, S. 169.

(2) *On Unilateral Conductivity in Tourmaline Crystals.* Phil. Mag. London (5) Vol. 8, N° 46, July 1879, 18-25.

(3) *Zur Wärmeleitungsfähigkeit des Turmalins.* Ann. d. Phys. 1884, 22, 522.

(4) *Spec. Calor. of the Minerals.* Proc. Royal Soc. London 1884, 41, 250.

(5) *Erhitzungsversuche an Vesuvian, Apatit, Turmalin.* Neues Jahrb. fur Min. etc. Stuttgart, 1884, 2, 217-221.

(6) *Note sur la propagation de la chaleur dans les corps cristallisés.* Bull. Soc. Franc. d. Min. T. XV, n° 5-6, Paris 1892, p. 133.

(7) *Ueber die Pyroëlektricität des Turmalins.* Nachr. d. k. Ges. d. Wiss. Göttingen, n° 5, 188, 1890.

cente di raffreddamento, che lunge dall'essere costante come è supposto nella formula di raffreddamento di Newton, varia invece nelle tormaline elbane, da lui esaminate, a seconda della temperatura alla quale furono portate. Per tre di esse cresce fino a completo raffreddamendo, per altre solo fino ad un certo limite per poi rimanere costante, a differenza delle tormaline del Brasile, da lui pure esaminate, nelle quali tale resta permanentemente. Nel seguente specchietto sono trascritti i risultati forniti da due delle prime tre tormaline.

	z =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
I	168°	0,138	0,143	0,150	0,156	0,165	0,173	0,180	0,184	0,186	0,190	0,193
	122°	0,185	0,190	0,192	0,195	0,196	0,198	0,199	0,199	0,200	0,202	
II	161°	0,178	0,185	0,191	0,200	0,206	0,212	0,220	0,225			
	122°	0,226	0,230	0,231	0,235	0,240	0,245	0,249				

I tempi z sono espressi in minuti e nelle due serie sottoposte si hanno i relativi coefficenti di raffreddamento per la temperatura di riscaldamento indicata nella 1.ª colonna.

Quest'incostanza è attribuita dal Riecke alla conducibilità delle tormaline ad alta temperatura, e ai conseguenti ritardi della scarica elettrica.

La tormalina elbana, come quelle di altre località, per essere cattiva conduttrice del calore, riscaldata, e specialmente se non grado a grado, si rompe con grande facilità e la rottura nei cristalli che sembrano semplici avviene per piani paralleli a facce terminali. Così nei rosei, acroici e giallo-verdi ordinariamente si ha per piani paralleli alla base; nei neri (nero superiore) paralleli invece a {100}.

Nei cristalli policromi, nei quali la colorazione nera superiore si separa nettamente dalla sottostante secondo piani paralleli a {100}, è facile il vedere la terminazione nera distaccarsi

con il calore nettamente, seguendo questi piani, dalle parti sottostanti, le quali invece si rompono parallelamente alla base. Nei cristalli fascicolati, frequenti fra i rosei e acroici, i subindividui si separano facilmente l'uno dall'altro e questi poi alla loro volta in tante porzioni minori terminate da piani basali.

A provare la conducibilità termica delle tormaline elbane sottoposi alcune sezioni di cristalli alle prove di riscaldamento con l'apparecchio di Senarmont, quale è costruito dal Fuess. Devo però dire subito come la poca larghezza dei cristalli non mi abbia consentito di ottenere sulle facce arrotate figure di fusione della cera ampie abbastanza da potere in ogni caso ricavarne misure di precisione. Per misurare i diametri delle figure di fusione mi sono servito di un microscopio polarizzante, (Fuess n. I), le cui viti micrometriche annesse alle slitte della piattaforma permettono di giudicare di uno spostamento di $^1/_{100}$ di mm. Di ciascuna delle principali varietà ho sottoposto ad esperimento più cristalli in lamine normali e parallele all'asse di simmetria e su ciascuna lamina ho ripetuto più volte la prova.

Nelle sezioni trasversali l'isoterma o ha forma circolare o almeno non sono apprezzabili le differenze fra i diametri.

Per le sezioni longitudinali minore differenza fra i diametri ho riscontrato nelle acroiche, nelle quali le figure di fusione si avvicinano al circolo; per le altre varietà ho trovato fra i due diametri di queste figure un rapporto di 1, 10: 1 fino a 1, 16: 1, senza sensibili differenze fra varietà e varietà di tormalina.

Le ellissi isotermiche delle sezioni longitudinali appaiono debolmente depresse; ma non sono riescito a vedervi allungamento maggiore verso una estremità piuttosto che verso l'altra; però non di rado hanno l'asse maggiore non perpendicolare all'asse di simmetria; ma anche a questa inclinazione non posso dare una importanza troppo grande, sebbene essa pure in armonia con le osservazioni ottiche e cristallografiche, perchè non sempre fu dato riscontrarla, nè sempre è uguale.

Contegno elettrico.

Le proprietà elettriche della tormalina non è certo che fossero conosciute dagli antichi, però taluni vogliono, ma non è provato, che Plinio a ciò alludesse nella sua *Storia Naturale* (1). La prima notizia storica sopra la proprietà, che ha la tormalina riscaldata di attirare la cenere, si trova secondo Schedtler (2) in un libro apparso a Chemnitz e a Lipsia nel 1707 col titolo *Curiose speculazioni nelle notti insonni* (3), nel quale si dice che nel primo mese del 1703 in una pietra chiamata tormalina o turmale o tripp era stata in Olanda riscontrata questa proprietà.

Fu Lemery il primo, per quello che ne dice Haüy (4) nel 1719, per Becquerel (5) e Gallitzin (6) nel 1717, che comunicò all'Accademia reale delle Scienze in Parigi le osservazioni fatte sopra una tormalina del Ceylan, che godeva della proprietà di attirare e respingere i corpi leggeri. Quindi il duca di Noya, Epino, Wilson, Priestley, Canton e altri scienziati si occuparono del potere attrattivo di questa pietra.

Ma delle tormaline dell'Elba non si trova ancora fatta menzione in queste prime indagini. Se ne cominciò a parlare solo quando si prese a studiare il contegno piroelettrico nei varii cristalli in relazione alle forme cristalline e specialmente all'emimorfismo.

---

(1) *Hist. Natur.* 1, 37.

(2) *Experimentelle Untersuchungen über das elektrische Verhalten des Turmalins.* Neues Jahrb. für. Min. Geol. u. Pal. IV Beil.-Bd, III Hft, Stuttgart 1886, S. 519.

(3) *Curiöse Speculationen bei schlaflosen Nächten.* S. 269.

(4) *Traité de Minéralogie.* 2.e édition, T. III, pag. 38, Paris 1822.

(5) *Sur les propriétés électriques de la Tourmaline.* Ann. d. Chim. et de Phys. T. XXXVII, pag. 5, Paris 1828.

(6) *Récueil de noms par ordre alphabétique appropriés en Minéralogie aux Terres et Pierres* ecc. p. 274, Brunswik 1801.

Nel 1838 G. ROSE (1) poneva in evidenza il legame fra le forme cristalline e il contegno piroelettrico e cioè:

Tormalina		polo analogo		polo antilogo
nera	. . . .	{100} {110}	.	*{100} {11$\bar{1}$}
rosea	. . . .	rotto	.	*{100} {111}
„	. . . .	{110} {111}	.	rotto
policroma	rosea . . .	—	.	rotto
	giallo-verde .	{110}	.	—

E lo stesso ROSE, in unione a RIESS (2), nel 1843 fa anche notare per cristalli policromi verdi e neri dell'Elba che le facce dei romboedri {100} e {11$\bar{1}$} rispettivamente apparenti alle due estremità analoga e antiloga riposano sempre sul prisma trigono.

G. VOM RATH (3) fa distinzione per i cristalli elbani delle singole varietà fra estremità superiore antiloga e inferiore analoga e dice come alla prima si trovi, quando esiste, il romboedro {11$\bar{1}$}, alla seconda {110}, e la base sia lucente se superiore, opaca se inferiore.

In queste prime ricerche però non si teneva sufficiente conto nè della intensità della carica, nè della repartizione di essa su tutta la superficie dei cristalli, alle sole sommità terminate limitandosi d'ordinario le osservazioni, nè delle diverse temperature, nè della durata del riscaldamento, nè della struttura interna, nè dei colori che i cristalli presentavano. Solo più tardi si cominciò a porre mente a tutto ciò e agli studii di BECQUEREL (4), di GAUGAIN (5), di HOPPE (6) seguono quelli non meno

(1) V. Parte 1.a p. 6 nota (3). (2) id. p. 7 nota (10). (3) id. p. 9 nota (6).

(4) *Sur les propriétés électriques de la Tourmaline.* Ann. d. Ch. et Phys. T. XXXVII, pag. 5, Paris 1828. — *Des effets de la chaleur dans les Corps mauvais conducteurs de l'Électricité et dans la Tourmaline.* Idem, pag. 355.

(5) *Mémoire sur l'électricité des Tourmalines.* Idem, T. LVII, Ser. 3.e, pag. 95, Paris 1859.

(6) *Mittheilung über die Pyroëlektricität des Turmalins.* Nachr. d. k. Ges. d. Wiss. S. 474, Göttingen 1877.

importanti di Riecke (1), Schedtler (2), Giacomo e Piero Curie (3), Kundt (4), Liebisch (5), Voigt (6), Pockels (7) e altri; e varii di essi prendono in esame anche tormaline dell'Elba. Fra questi va citato per primo E. Riecke, il quale in varie memorie dal 1885 in poi rese conto delle sue indagini di misura sulla piroelettricità delle tormaline, studiata specialmente rispetto all'andamento della temperatura. Per queste indagini oltre a varie tormaline di Snarum e del Brasile dispose anche di alcune poche dell'Elba e per le osservazioni fatte ne dedusse:

1. Che l'intensità della carica elettrica cresce con la durata del riscaldamento fino ad un certo limite oltre il quale decresce.

2. Che questo limite variando in ragione della grossezza del cristallo è a ritenersi che sia raggiunto quando questo abbia

---

(1) *Ueber die Pyroëlektricität des Turmalins.* Idem, n.° 13, S. 405, 1885. — *Zwei Fundamentalversuche zur Lehre von der Pyroëlektricität.* Idem, n.° 7, S. 1, 1887. — *Ueber die Pyroëlektricität des Turmalins.* Idem, n.° 5, S. 188, 1890. — *Ueber eine mit den elektrischen Eigenschaften des Turmalins zusammenhängende Fläche.* Idem, n.° 7, S. 223, 1891. — und Voigt. *Die piëzoëlectrischen Constanten des Quarzes und Turmalins.* Idem, n.° 8, S. 247, 1891.

(2) Op. cit.

(3) *Développement par pression de l'électricité polaire dans les cristaux hémièdres à faces inclinées.* Compt. Rend. T. XCI, pag. 294, 1880. — *Loi du dégagement de l'électricité par pression dans la tourmaline.* Idem, T XCII, pag. 186, 1881. — *Sur les phénomènes électriques de la tourmaline et des cristaux hémièdres à faces inclinées.* Idem, T. XCII, p. 350, 1881 — *Les cristaux hémièdres à faces inclinées comme sources constantes d'électricité.* Idem, T. XCIII, pag. 204, 1881. — J. Curie. *Recherches sur le pouvoir inducteur spécifique et la conducibilité des corps cristallisés.* Ann. d. Chim. et d. Phys. T. XVII, pag. 385, 1889.

(4) *Ueber eine einfache Methode zur Untersuchung der Thermo-Elektricität und Piezo-Elektricität der Krystalle.* Sitz. d k. preus. Ak. Wiss. XVI-XVII S. 421, Berlin 1883. — und Blasius. *Bemerkungen über Untersuchung der Pyroelektricität der Krystalle.* Wied. Ann. N. F. Bd. XXVIII, N.° 6, S. 145, 1886.

(5) *Ueber thermoelechtrische Ströme in Krystallen.* Nachr. d. k. Ges d. Wiss. N.° 20, S. 531, Göttingen 1889.

(6) *Allgemeine Theorie der piëzo-und pyroelectrischen Erscheinungen in Krystallen.* Abhandl. d. k. Ges. d. Wiss. Göttingen, Bd XXXVI.

(7) *Ueber den Einfluss des elektrostatischen Feldes auf das optische Verhalten piëzoelektrischer Krystalle.* N Jahrb. f Min. Geol. u. Pal. Bd. II, 2.° Hft, Stuttgart 1894.

conseguita nelle sue interne parti la temperatura delle superficiali.

3. Che mantenendo costante la temperatura di riscaldamento la carica cresce con il grado di essa.

4. Che la carica per un omogeneo riscaldamento quasi corrisponde a quella di un riscaldamento ineguale quando la media di questo equivalga la costante di quello.

5. Che la densità elettrica cresce in ragione della grandezza del raffreddamento (T-t).

6. Che eliminando, per quanto è possibile, la conducibilità della superficie le polarità elettriche producentisi per raffreddamento possono mantenersi fino a un certo grado e per lungo tempo; onde una tormalina, la cui superficie fosse perfettamente isolata, potrebbe ritenersi come corpo permanentemente elettrizzato e il cui momento principale cadesse nella direzione del suo asse.

7. Che l'elettricità sviluppata non muta di segno durante il raffreddamento.

8. Che i ritardi diversi, che si verificano al principio della scarica ora solo per le più alte temperature, ora anche per le più basse, nei cristalli dell' Elba, sono da attribuirsi alla conducibilità elettrica della tormalina ad elevata temperatura.

9. Che a questi ritardi e quindi alla stessa conducibilità che li produce è da accagionarsi l'incostanza del coefficente di raffreddamento, di cui fu detto a pag. 39.

Queste leggi verificate tutte per le tormaline elbane lo furono in massima parte anche per le altre e per queste come per quelle sono in numerosi quadri e diagrammi riportati i risultati numerici tutti delle esperienze su cui si fondono.

Nell'ultima delle memorie svolge la sua teoria molecolare della piro e piezoelettricità, considerando le molecole circondate da sistemi di poli elettrici, che nel loro ordinamento secondino la simmetria del cristallo.

H. Schedtler [1] nelle sue ricerche esperimentali sovra le proprietà elettriche delle tormaline prese in esame col metodo dell'impolverazione con minio e zolfo dovuto a Kundt, a determinare la repartizione della elettricità alla superficie durante il raffreddamento, insieme a molti cristalli di varie località anche 37 dell'Elba, tutti, salvo due, rotti al polo antilogo e terminati all'analogo parte con il romboedro $\{100\}$, le cui facce riposano su quelle del prisma trigono, parte da $\{100\}$ in unione a $\{11\bar{1}\}$ o $\{111\}$. Distinse i cristalli elbani in 5 gruppi principali basandosi sovra il loro abito cristallino.

Nel gruppo A comprese 13 cristalli aventi al polo analogo il romboedro $\{100\}$ solo o prevalente su $\{11\bar{1}\}$ [2]. Sono tutti caratterizzati da una zona nera più o meno estesa a questo polo. Il gruppo è diviso a sua volta in 2 sottogruppi a seconda che nei cristalli predomini la tensione negativa o la positiva.

Il gruppo B è formato da 12 cristalli, i quali per lo più al polo analogo mostrano $\{110\}$ prevalente su $\{100\}$. Fa eccezione il più piccolo fra essi, il quale essendo rotto al polo analogo ha all'antilogo le facce terminali di $\{100\}$ e $\{11\bar{1}\}$. Al polo analogo di questi cristalli la sostanza tormalinica è più o meno chiara e con vario grado di trasparenza, mentre all' antilogo si ha un nucleo nero circondato dalla stessa massa trasparente, fatto che si riscontra anche al polo antilogo dei cristalli del primo gruppo. Il gruppo è suddiviso in due sottogruppi a seconda che la tensione negativa superi o eguagli la positiva.

Il gruppo C comprende 4 cristalli rotti al polo antilogo e aventi all'analogo la base e le facce di $\{100\}$ riposanti sulle facce di $\chi\{2\bar{1}\bar{1}\}$. Tre sono acroici al polo analogo, il quarto

---

[1] Op. cit.

[2] Giudicando dall'insieme e dalle figure riferibili ai varii casi parrebbe che qui e sopra dovesse essere $\{110\} = -\,^1/_2R$ anzichè $\{11\bar{1}\} = -\,2R$ come sta scritto.

verde-azzurrastro, più in basso giallognoli; trasparenti tutti. In due senza screpolature predomina grandemente la tensione positiva; sugli altri due ora la positiva, ora la negativa. La parte giallastra è più fortemente eccitabile dell'acroica.

Nel gruppo D si hanno 6 cristalli, di cui 3 soltanto terminati al polo analogo. Sono roseo-acroici, più o meno trasparenti, con molte fenditure e facce di prisma fortemente striate. Si eccitano debolmente e con tensione positiva ora prevalente ora eguale alle negativa.

L'ultimo gruppo E comprende due cristalli, esclusi dai precedenti gruppi, di color giallo-bruno. Uno presenta al polo analogo nerastro le facce di }100{, l'altro all'antilogo di }100{ e }111{.

Di ciascuna tormalina nota la distribuzione dei colori, il peso, le dimensioni, le fenditure e altre particolarità d'interna struttura e dà numerose figure colorate a dimostrare la distribuzione dello zolfo e del minio durante il raffreddamento sulle superfici dei cristalli riscaldati in una stufa a temperatura da 100°-130° C.

Dallo studio di queste tormaline dell'Elba e di altre località dedusse varie leggi, fra le quali conviene ricordare:

1. Che le molecole emimorfe della tormalina eccitano nel verso stesso dell'asse d'emimorfismo la polarità elettrica.

2. Che l'eccitamento avviene non solo all'estremità ma anche lateralmente.

3. che l'eccitabilità varia secondo il colore, le acroiche e nere essendo spesso inelettriche e conduttrici dell'elettricità.

4. che fra le opposte tensioni, che si estendono più o meno dai poli sui lati, si trova sempre una zona neutra diversamente larga nei varii casi.

5. che all'estensione maggiore o minore dell'elettricità di un segno di fronte a quella di segno opposto influiscono le inclusioni, le fenditure, gli intorbidamenti e altre cagioni perturbatrici della costituzione omogenea del cristallo.

Da quanto ho sopra riportato si vede dunque che questo dell'elettricità è un campo bene mietuto anche per le tormaline elbane; però se sarebbe stato per lo meno superfluo il ripetere per esempio prove di misura per la carica elettrica nelle diverse condizioni di temperatura, non mi è sembrato che lo fosse un'indagine ulteriore per meglio determinare i legami della piroelettricità con le forme cristalline e le varietà diverse per il colore. Il copioso materiale, che potevo esaminare, mi metteva sotto questo aspetto in condizioni più vantaggiose di fronte agli osservatori che mi precedettero, i quali non ebbero a loro disposizione che pochi e taluni anche pochissimi cristalli. E certo anche i 37 esaminati dallo Schedtler, che fu quello che ne cimentò più degli altri, sono ben poca cosa di fronte ai più che 400 delle diverse varietà che io ho preso in esame col metodo dell'impolverazione di Kundt.

Ho riscaldato i cristalli, scelti fra i migliori, in una stufa ad una temperatura variabile dai 110° ai 130° C. per la durata di mezz'ora e più a seconda della grossezza loro. Quindi li toglievo dalla stufa servendomi di una pinzetta a morsa di sughero, li facevo convenientemente raffreddare sovra una lastra di vetro ben secca, e li sottoponevo poi all'impolverazione con minio e zolfo precedentemente mescolati ed agitati.

Indipendentemente dalla tensione maggiore o minore sviluppatasi nei varii casi e dalla sua ripartizione sulle facce prismatiche, riassumo nel quadro seguente i resultati delle prove fatte soltanto per ciò che riguarda il contegno piroelettrico in correlazione all'estremità dei cristalli. Questi sono citati per gruppi nell'ordine stesso tenuto trattando dei colori, omettendo per i cristalli policromi completi quando sono già citati per il colore di una estremità, di citarli di nuovo per quella dell'altra come feci invece per lo studio cristallografico.

Tormaline	N.°	Polo analogo	Colore	Polo antilogo	Colore
I. a terminaz.ᵉ nera:					
A) totalmente nere.	1	{100}.	nero superiore.	*{$11\bar{1}$}.	nero inferiore.
	1	{100}.	„	*{100} {$11\bar{1}$}	„
	16	{100}.	„	rotto.	„
	1	{100} {111}	„	„	„
	5	fibroso	„	„	„
	4	rotto.	„	*{100} {$11\bar{1}$}	„
B) policrome a terminazione nera.	2	{100}.	„	*{$3\bar{1}\bar{1}$}.	giallo-verde.
	5	{100}.	„	*{100} {$11\bar{1}$}	giallo-bruno.
	1	{110}.	„	*{$11\bar{1}$}.	„
	4	{100}.	„	rotto.	acroico a roseo.
	17	{100}.	„	„	giallo-verde.
	2	{100}.	„	„	azzurrastro con nucleo scolorito.
	1	{100} {111}	„	„	roseo con nucleo giallo-verde.
	4	fibroso	„	„	giallo-verde.
II. a terminazione:					
α) celeste-turchina.	1	{100}.	celeste-turchino	rotto.	giallo-verde chiaro.
	1	{110}.	„	„	giallo-verde.
	2	{111}.	„	„	acroico.
	2	{111}.	„	„	giallo-verde.
	1	{100} {110}	„	„	„
β) bigiastra.	1	{100} {110}	bigiastro	*{100}.	„
	3	{100}.		rotto.	roseo.

	11	{111}.	„	„	giallo-verde.
III. a terminazione verde-porro.	6	{100} {110}	verde-porro.	rotto.	roseo a giallo-verde.
	3	{100} {111}	„	„	„
IV. a terminazione acroica:					
A) totalm.e acroiche	1	{111}.	acroico	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$	acroico o legg.te roseo.
	6	{111}.	„	rotto.	acroico.
	2	{100} {111}	„	„	„
	4	{110} {111}	„	„	„
	2	{100} {110} {111}	„	„	„
B) policrome a terminazione acroica.	1	{100}.	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$	giallino.
	1	{111}.	„	{111}.	roseo.
	1	{111},	„	*{100} {111}	„
	1	{111}.	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$	„
	1	{111}.	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$ {m n p}	„
	1	{111}.	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{20\bar{1}\}$.	giallo-verdolino.
	1	{111}.	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{20\bar{1}\}$ {m n p}	„
	1	{111}.	acroico appar.te roseo	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{3\bar{1}\bar{1}\}\ \{4\bar{1}\bar{2}\}$.	giallino.
	1	{100} {110}	acroico	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$	giallo-verde.
	1	{100} {111}	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$	giallo-verdolino.
	1	{100} {111}	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{20\bar{1}\}$.	roseo.
	1	{100} {110} {111}	„	*{100} {111}	giallo-miele.
	3	{110}.	„	rotto.	giallo-verde.
	5	{111}.	„	„	roseo.
	5	{100} {110}	acroico con apparenza gommosa.	„	„

Tormaline	N.°	Polo analogo	Colore	Polo antilogo	Colore
I. a terminaz.e nera:					
A) totalmente nere.	1	{100}.	nero superiore. . .	*{11$\bar{1}$}.	nero inferiore.
	1	{100}.	„ . . .	*{100} {11$\bar{1}$}	„
	16	{100}.	„ . . .	rotto.	„
	1	{100} {111}	„ . . .	„	„
	5	fibroso	„ . . .	„	„
	4	rotto.	„ . . .	*{100} {11$\bar{1}$}	„
B) policrome a terminazione nera.	2	{100}.	„ . . .	*{3$\bar{1}\bar{1}$}.	giallo-verde.
	5	{100}.	„ . . .	*{100} {11$\bar{1}$}	giallo-bruno.
	1	{110}.	„ . . .	*{11$\bar{1}$}.	„
	4	{100}.	„ . . .	rotto.	acroico a roseo.
	17	{100}.	„ . . .	„	giallo-verde.
	2	{100}.	„ . . .	„	azzurrastro con nucleo scolorito.
	1	{100} {111}	„ . . .	„	roseo con nucleo giallo-verde.
	4	fibroso	„ . . .	„	giallo-verde.
II. a terminazione:					
α) celeste-turchina.	1	{100}.	celeste-turchino . .	rotto.	giallo-verde chiaro.
	1	{110}.	„ . . .	„	giallo-verde.
	2	{111}.	„ . . .	„	acroico.
	2	{111}.	„ . . .	„	giallo-verde.
	1	{100} {110}	„ . . .	„	„
β) bigiastra . . .	1	{100} {110}	bigiastro	*{100}.	„
	3	{100}.	„	rotto.	roseo.
	5	{110}.	„	„	acroico a roseo.
	11	{111}.	„	„	giallo-verde.
III. a terminazione verde-porro.	6	{100} {110}	verde-porro. . . .	rotto.	roseo a giallo-verde.
	3	{100} {111}	„	„	„
IV. a terminazione acroica:					
A) totalm.e acroiche	1	{111}.	acroico	*{100} {11$\bar{1}$}	acroico o legg.te roseo.
	6	{111}.	„	rotto.	acroico.
	2	{100} {111}	„	„	„
	4	{110} {111}	„	„	„
	2	{100} {110} {111} . .	„	„	„
B) policrome a terminazione acroica.	1	{100}.	„	*{100} {11$\bar{1}$}	giallino.
	1	{111}.	„	{111}.	roseo.
	1	{111}, ...	„	*{100} {111}	„
	1	{111}.	„	*{100} {11$\bar{1}$}	„
	1	{111}.	„	*{100} {11$\bar{1}$} {m n p} . .	„
	1	{111}.	„	*{100} {11$\bar{1}$} {20$\bar{1}$}. . .	giallo-verdolino.
	1	{111}.	„	*{100} {11$\bar{1}$} {20$\bar{1}$} {m n p}	„
	1	{111}.	acroico appar.te roseo	*{100} {11$\bar{1}$} {3$\bar{1}\bar{1}$} {4$\bar{1}\bar{2}$}.	giallino.
	1	{100} {110}	acroico	*{100} {11$\bar{1}$}	giallo-verde.
	1	{100} {111}	„	*{100} {11$\bar{1}$}	giallo-verdolino.
	1	{100} {111}	„	*{100} {11$\bar{1}$} {20$\bar{1}$}. . .	roseo.
	1	{100} {110} {111} . .	„	*{100} {111}	giallo-miele.
	3	{110}.	„	rotto.	giallo-verde.
	5	{111}.	„	„	roseo.
	5	{100} {110}	acroico con apparenza gommosa.	„	„

Tormaline	N.°	Polo analogo	Colore	Polo antilogo	Colore
	5	{100} {111}	acroico	rotto	roseo.
	5	{110} {111}	"	"	"
	5	{100} {110} {111}	"	"	"
V. a terminazione rosea:					
A) totalmente rosee.	1	{100}.	roseo-chiaro	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{20\bar{1}\}$.	"
	1	{100}.	roseo-paonazzo	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{20\bar{1}\}\ \{21\bar{2}\}$.	giallo-vinato intenso.
	1	{111}.	roseo.	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$	roseo-giallino.
	3	{111}.	roseo-chiaro	*{100} {111}	roseo.
	4	{111}.	roseo.	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$.	roseo-giallino.
	1	{111}.	"	*? $\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$	"
	1	{111}.	"	*$\{100\}\ \{20\bar{1}\}\ \{111\}$.	"
	1	{111}.	roseo-chiaro	faccette indeterminabili.	roseo.
	1	{100} {110}	roseo.	*$\{100\}\ \{20\bar{1}\}\ \{111\}$.	roseo-giallino.
	2	{100} {111}	roseo-chiaro	*{100} e superf. di frattura	roseo.
	1	{100} {111}	roseo.	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$.	roseo-giallino.
	1	*{100} {111}	"	$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$.	"
	1	{100} {111}	roseo-chiaro	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{3\bar{1}\bar{1}\}\ \{20\bar{1}?\}\ \{4\bar{1}\bar{2}\}$.	roseo.
	1	*$\{100\}\ \{20\bar{1}\}$	roseo.	$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$	roseo-giallino.
	1	{100} {110} {111}	"	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{20\bar{1}\}\ \{111\}$.	"
	1	faccette indeterminabili.	roseo-chiaro	*{100} {111}	roseo.

	12	$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$	„	„	„
	2	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$	„	„	„
	15	*$\{100\}\ \{111\}$	„	„	„
	10	$\{100\}\ \{111\}$	„	„	„
	5	$\{110\}\ \{111\}$	„	„	„
	1	$\{33\bar{4}\}\ \{111\}$	„	„	„
	14	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$. . .	„	„	„
	12	$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$. . .	„	„	„
	10	*? $\{100\}\ \{110\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$	„	„	„
	2	rotto.	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$	roseo-giallino.
	2	rotto.	roseo-chiaro . . .	*$\{100\}\ \{111\}$	roseo.
B) policrome a terminazione rosea.	1	$\{100\}$.	paonazzo quasi nero .	*$\{3\bar{1}\bar{1}\}\ \{4\bar{1}\bar{2}\}$	vinato.
	17	$\{111\}$.	roseo.	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$	giallino.
	1	$\{111\}$.	„	*$\{100\}\ \{111\}$	giallo-verdolino.
	2	$\{111\}$, ...	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$. . .	giallino.
	1	$\{111\}$.	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{3\bar{1}\bar{1}\}\ \{111\}$.	„
	2	$\{111\}$.	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{20\bar{1}\}\ \{111\}$.	giallo-verdolino.
	1	$\{111\}$.	„	*$\{100\}\ \{21\bar{1}\}\ \{20\bar{1}\}\ \{111\}$.	„
	1	$\{111\}$ e superf. di frattura	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$. . .	giallino.
	9	$\{100\}\ \{111\}$	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$?	„
	1	$\{100\}\ \{111\}$	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$.	giallo-miele.
	2	$\{100\}\ \{111\}$	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$. . .	giallino.
	1	$\{100\}\ \{111\}$	„	*$\{100\}\ \{20\bar{1}\}\ \{111\}$. . .	giallo-verdolino.

Tormaline	N.°	Polo analogo	Colore	Polo antilogo	Colore
	5	{100} {111}	acroico	rotto	roseo.
	5	{110} {111}	"	"	"
	5	{100} {110} {111} . .	"	"	"
V. a terminazione rosea:					
A) totalmente rosee.	1	{100}.	roseo-chiaro . . .	*{100} $\{11\bar{1}\}$ $\{20\bar{1}\}$. . .	"
	1	{100}.	roseo-paonazzo . .	*{100} $\{11\bar{1}\}$ $\{20\bar{1}\}$ $\{21\bar{2}\}$.	giallo-vinato intenso.
	1	{111}.	roseo.	*{100} $\{11\bar{1}\}$	roseo-giallino.
	3	{111}.	roseo-chiaro . . .	*{100} {111}	roseo.
	4	{111}.	roseo.	*{100} $\{11\bar{1}\}$ {111}. . .	roseo-giallino.
	1	{111}.	"	*? {100} $\{11\bar{1}\}$ {111} . .	"
	1	{111}.	"	*{100} $\{20\bar{1}\}$ {111}. . .	"
	1	{111}.	roseo-chiaro . . .	faccette indeterminabili.	roseo.
	1	{100} {110}	roseo.	*{100} $\{20\bar{1}\}$ {111}. . .	roseo-giallino.
	2	{100} {111}	roseo-chiaro . . .	*{100} e superf. di frattura	roseo.
	1	{100} {111}	roseo.	*{100} $\{11\bar{1}\}$ {111}. . .	roseo-giallino.
	1	*{100} {111}	"	{100} $\{11\bar{1}\}$ {111}. . .	"
	1	{100} {111}	roseo-chiaro . . .	*{100} $\{11\bar{1}\}$ $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ $\{20\bar{1}$?} $\{4\bar{1}\bar{2}\}$.	roseo.
	1	*{100} $\{20\bar{1}\}$	roseo.	{100} $\{11\bar{1}\}$	roseo-giallino.
	1	{100} {110} {111} . .	"	*{100} $\{11\bar{1}\}$ $\{20\bar{1}\}$ {111}.	"
	1	faccette indeterminabili.	roseo-chiaro . . .	*{100} {111}	roseo.
	15	{100}.	roseo.	rotto	"
	25	{111}.	"	"	"
	6	{100} {110}	"	"	"
	12	{100} $\{11\bar{1}\}$	"	"	"
	2	*{100} $\{11\bar{1}\}$	"	"	"
	15	*{100} {111}	"	"	"
	10	{100} {111}	"	"	"
	5	{110} {111}	"	"	"
	1	$\{33\bar{4}\}$ {111}	"	"	"
	14	*{100} $\{11\bar{1}\}$ {111}. . .	"	"	"
	12	{100} $\{11\bar{1}\}$ {111}. . .	"	"	"
	10	*? {100} {110} $\{11\bar{1}\}$ {111}	"	"	"
	2	rotto	"	*{100} $\{11\bar{1}\}$	roseo-giallino.
	2	rotto	roseo-chiaro . . .	*{100} {111}	roseo.
B) policrome a terminazione rosea.	1	{100}.	paonazzo quasi nero .	*$\{3\bar{1}\bar{1}\}$ $\{4\bar{1}\bar{2}\}$	vinato.
	17	{111}.	roseo.	*{100} $\{11\bar{1}\}$	giallino.
	1	{111}.	"	*{100} {111}	giallo-verdolino.
	2	{111}, ...	"	*{100} $\{11\bar{1}\}$ {111}. . .	giallino.
	1	{111}.	"	*{100} $\{11\bar{1}\}$ $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ {111}.	"
	2	{111}.	"	*{100} $\{11\bar{1}\}$ $\{20\bar{1}\}$ {111}.	giallo-verdolino.
	1	{111}.	"	*{100} $\{21\bar{1}\}$ $\{20\bar{1}\}$ {111}.	"
	1	{111} e superf. di frattura	"	*{100} $\{11\bar{1}\}$ {111}. . .	giallino.
	9	{100} {111}	"	*{100} $\{11\bar{1}\}$?	"
	1	{100} {111}	"	*{100} $\{11\bar{1}\}$.	giallo-miele.
	2	{100} {111}	"	*{100} $\{11\bar{1}\}$ {111}. . .	giallino.
	1	{100} {111}	"	*{100} $\{20\bar{1}\}$ {111}. . .	giallo-verdolino.

Tormaline	N.°	Polo analogo	Colore	Polo antilogo	Colore
	2	$\{100\}\ \{111\}$	roseo	*$\{100\}\ \{3\bar{1}\bar{1}\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$.	giallo-topazio.
	1	$\{110\}\ \{111\}$	„	*$\{100\}\ \{111\}$	giallino.
	1	$\{110\}\ \{111\}$	„	*$\{100\}\ \{3\bar{1}\bar{1}\}\ \{11\bar{1}\}\ \{m\,n\,p\}$	„
	2	$\{100\}\ \{110\}\ \{111\}$ . .	„	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$	„
	1	$\{100\}\ \{110\}\ \{111\}$ . .	„	*$\{100\}\ \{3\bar{1}\bar{1}\}\ \{11\bar{1}\}$. . .	giallo-miele.
	1	$\{100\}\ \{110\}\ \{111\}$ . .	„	*$\{100\}\ \{3\bar{1}\bar{1}\}\ \{11\bar{1}\}$ e superficie di frattura.	„
	2	$\{100\}$	roseo-paonazzo . .	rotto	giallo-verde.
	2	$\{111\}$	roseo	„	„
	5	$\{100\}\ \{11\bar{1}\}$	vinato (come vino galleggiante sull'acqua)	„	„
	1	$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$ . .	roseo	„	„
	1	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$ . .	„	„	„
	1	rotto	roseo-giallastro . .	$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$. . .	giallo-rossastro.
VI. a terminazione giallo-verdolina.	1	$\{100\}\ \{110\}$	giallo-verdolino con tendenza all'acroico	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$. . .	giallo-verdolino.
	1	$\{100\}\ \{111\}$	„	*$\{100\}\ \{20\bar{1}\}$	„
	1	$\{100\}\ \{110\}\ \{111\}$ . .	„	*$\{100\}\ \{20\bar{1}\}$	„
	4	$\{100\}$.	„	rotto	„
	1	$\{110\}$.	„	„	„
	2	$\{100\}\ \{110\}$	„	„	„
	2	rotto	giallo-verdolino con tendenza al roseo	*$\{100\}\ \{11\bar{1}\}\ \{111\}$. . .	„

				{111}.	
VII. a terminazione giallo-verde.	1	{100}	giallo-verde . . .	*{100} $\{11\bar{1}\}$	giallo-bruno.
	1	{110}	" . . .	*{100} {111}	giallo-verde con predominio di giallo.
	1	{110}	giallo-verde con tendenza all'acroico.	*faccette indeterminabili.	giallo-bruno.
	1	{100}	giallo-verde . . .	*{100} $\{20\bar{1}\}$	giallo-verde con predominio di giallo.
	10	{100} {110}	" . . .	*{100} $\{11\bar{1}\}$	giallo-bruno.
	2	{100} {111}	" . . .	*{100} $\{11\bar{1}\}$	giallo-verde con predominio di giallo.
	1	{100} {110}	" . . .	rotto	verde-bottiglia.
	1	rotto	" . . .	"	giallo-verde a nucleo verde-bottiglia.
VIII. a terminazione giallo-bruna.	1	rotto	" . . .	*{100}	giallo-bruno.
	1	"	" . . .	*{100} e superf. di frattura	"
	7	"	" . . .	*{100} $\{11\bar{1}\}$	"
	2	"	" . . .	*{100} {111}	"
	1	"	" . . .	*{100} $\{11\bar{1}\}$ $\{20\bar{1}\}$ (?) . .	"
IX. a terminazione gialla.	5	rotto	roseo	*{100} $\{11\bar{1}\}$	giallino.
	1	"	"	*{100} {111}	"
	3	"	"	*{100} $\{11\bar{1}\}$ {111}. . .	"
	2	"	"	*{100} $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ $\{11\bar{1}\}$. . .	"
	2	"	"	*{100} $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ $\{11\bar{1}\}$ {111} .	"
	422				

Tormaline	N.º	Polo analogo	Colore	Polo antilogo	Colore
	2	{100} {111}	roseo	*{100} {3$\bar{1}\bar{1}$} {11$\bar{1}$} {111}.	giallo-topazio.
	1	{110} {111}	"	*{100} {111}	giallino.
	1	{110} {111}	"	*{100} {3$\bar{1}\bar{1}$} {11$\bar{1}$} {m n p}	"
	2	{100} {110} {111} . .	"	*{100} {11$\bar{1}$}	"
	1	{100} {110} {111} . .	"	*{100} {3$\bar{1}\bar{1}$} {11$\bar{1}$}. . .	giallo-miele.
	1	{100} {110} {111} . .	"	*{100} {3$\bar{1}\bar{1}$} {11$\bar{1}$} e superficie di frattura.	"
	2	{100}	roseo-paonazzo . .	rotto	giallo-verde.
	2	{111}	roseo	"	"
	5	{100} {11$\bar{1}$}	vinato (come vino galleggiante sull'acqua)	"	"
	1	{100} {11$\bar{1}$} {111} . .	roseo	"	"
	1	*{100} {11$\bar{1}$} {111} . .	"	"	"
	1	rotto	roseo-giallastro . .	{100} {11$\bar{1}$} {111}. . .	giallo-rossastro.
VI. a terminazione giallo-verdolina.	1	{100} {110}	giallo-verdolino con tendenza all'acroico	*{100} {11$\bar{1}$} {111}. . .	giallo-verdolino.
	1	{100} {111}	"	*{100} {20$\bar{1}$}	"
	1	{100} {110} {111} . .	"	*{100} {20$\bar{1}$}	"
	4	{100}.	"	rotto	"
	1	{110}.	"	"	"
	2	{100} {110}	"	"	"
	2	rotto	giallo-verdolino con tendenza al roseo	*{100} {11$\bar{1}$} {111}. . .	"
	1	"	"	*{100} {11$\bar{1}$} {20$\bar{1}$} {111}.	"
	1	"	"	*{100} {11$\bar{1}$} {20$\bar{1}$} {21$\bar{1}$} {111}.	"
VII. a terminazione giallo-verde.	1	{100}	giallo-verde . . .	*{100} {11$\bar{1}$}	giallo-bruno.
	1	{110}	" . . .	*{100} {111}	giallo-verde con predominio di giallo.
	1	{110}	giallo-verde con tendenza all'acroico.	*faccette indeterminabili.	giallo-bruno.
	1	{100}	giallo-verde . . .	*{100} {20$\bar{1}$}	giallo-verde con predominio di giallo.
	10	{100} {110}	" . . .	*{100} {11$\bar{1}$}	giallo-bruno.
	2	{100} {111}	" . . .	*{100} {11$\bar{1}$}	giallo-verde con predominio di giallo.
	1	{100} {110}	" . . .	rotto	verde-bottiglia.
	1	rotto	" . . .	"	giallo-verde a nucleo verde-bottiglia.
VIII. a terminazione giallo-bruna.	1	rotto	" . . .	*{100}	giallo-bruno.
	1	"	" . . .	*{100} e superf. di frattura	"
	7	"	" . . .	*{100} {11$\bar{1}$}	"
	2	"	" . . .	*{100} {111}	"
	1	"	" . . .	*{100} {11$\bar{1}$} {20$\bar{1}$} (?). .	"
IX. a terminazione gialla.	5	rotto	roseo	*{100} {11$\bar{1}$} . . . , .	giallino.
	1	"	"	*{100} {111}	"
	3	"	"	*{100} {11$\bar{1}$} {111}. . .	"
	2	"	"	*{100} {3$\bar{1}\bar{1}$} {11$\bar{1}$}. . .	"
	2	"	"	*{100} {3$\bar{1}\bar{1}$} {11$\bar{1}$} {111}.	"
	422				

Esaminando i risultati ottenuti si vede come non possa ritenersi in modo assoluto che sia sempre analoga o sempre antiloga l'estremità rispettivamente con {110} e {11$\bar{1}$}, nè che alla prima il romboedro fondamentale {100} riposi sempre sulle faccette del prisma trigono, come per l'esame di pochi cristalli era stato asserito da Rose, Riess e vom Rath. Ciò è vero nel massimo numero dei casi, ma si hanno anche non poche e sicure eccezioni date da più di 40 cristalli rosei e policromi. E ciò viene ancora in sostegno di quanto già dissi nella prima parte del mio lavoro occupandomi del criterio distintivo fra le due estremità di cristallizzazione (Parte prima pag. 12).

G. vom Rath aveva anche asserito che all'estremità antiloga la base appare lucida, opaca o appannata all'analoga; ma io se ho trovato che all'antiloga è generalmente lucida, ho pure trovato che all'analoga si presenta con ben diversa apparenza, ora opaca, ora come vetro smerigliato, ora marezzata e talora pur anche lucidissima.

Lo Schedtler aveva pure osservato che i 37 cristalli da lui esaminati, tutti meno due, sono rotti all'estremità antiloga per la quale erano impiantati. Non discusse però le due eccezioni, le quali si possono facilmente intendere quando come a me sia dato esaminare un numero grandissimo di cristalli. Si vede allora che o si tratta di frammenti di cristalli completi o di cristalli costituiti per modo che, lungi dall'essere eccezioni, servono anzi a confermare la regola. E la regola si è che le estremità con il nero superiore, sieno esse con facce cristalline ben determinabili, sieno fibrose o rotte, per raffreddamento si ricuoprono sempre di minio ossia sono sempre analoghe. E così senza eccezione le terminazioni turchine e bigiastre, che ne rappresentano un'attenuazione di tinta, le verdi-porro ben distinte dalle giallo-verdi, le acroiche, le rosee e le giallo-verdi di vario tuono di tutti i cristalli rotti all' estremità di impianto. Solo

nei cristalli policromi possono presentare anche segno contrario quando l'altra estremità sia d'un colore che nell'ordine di successione suole stare al disopra.

L'eccezione presentata da 4 cristalli rosei rotti invece all'estremità analoga sparisce considerandoli come frammenti di cristalli completi, e il colore un po' giallognolo o più intensamente roseo all'estremità terminata ci fa capire che si tratta di terminazione geneticamente inferiore, poichè negli altri cristalli tutti la tinta va invece sbiadendo verso l'estremità terminata, quando questa sia geneticamente superiore. Lo stesso può ripetersi per i cristalli giallo-verdolini con tendenza al roseo all'estremità analoga.

L'ultimo cristallo dei policromi a terminazione rosea parrebbe fare anche esso eccezione, ma il colore dell'estremità terminata lo ravvicina grandemente ai gialli, ai quali sarebbe forse stato meglio che io l'avessi ascritto. Le terminazioni gialle, giallo-brune e nere inferiori sono invece costantemente antiloghe, tanto se si abbia a che fare con cristalli rotti, quanto se con cristalli completi, i quali sono assai frequenti per abituale impianto per un lato. Difatti circa 200 cristalli a terminazione di nero inferiore $*\{100\}, \{11\bar{1}\}$ completi o rotti da me esaminati sono tutti impiantati sulla roccia per le facce prismatiche, e uno solo che si vede sporgere da essa per l'estremità con $*\{100\}, \{11\bar{1}\}$ non si può escludere che anche esso non sia impiantato per le facce prismatiche ora nascoste da parti della roccia formatesi posteriormente. E lo stesso modo di impianto ho riscontrato nei cristalli di Facciatoja, che terminano da una parte con il giallo $*\{100\}, \{11\bar{1}\}$.

Se noi supponiamo che un cristallo policromo possegga tutte le tinte che si riscontrano nelle diverse tormaline elbane già dissi succedersi esse, partendo dal basso, nell'ordine seguente: giallo, giallo-bruno e nero inferiore, giallo-verde, giallo-verdo-

lino, roseo, acroico, verde-azzurrognolo, azzurro, nero-superiore. Talora si potranno avere alternanze; molte di queste tinte possono anche mancare, ma l'ordine normale di successione resta. Or bene ogni terminazione si elettrizza in modo che il segno dell'elettricità corrisponde sempre all'ordine stesso. Così se consideriamo il segno della tensione elettrica per raffreddamento si avrà sempre che sarà negativo per la parte che in quell'ordine sta al di sopra, positivo per quella che sta al di sotto, onde la prima si ricuopre di minio, la seconda di zolfo. Per ciò tutte le estremità dei cristalli terminati col nero-inferiore o col giallo-bruno e giallo, che stanno al basso di quella serie, sono tutte senza eccezione antiloghe, come senza eccezione analoghe quelle terminate col nero superiore, ultimo termine della serie in alto.

La successione dei colori corrisponde in generale ad una successione genetica, e quando non sia, come pare per quei pochi cristalli, forse originatisi in condizioni del tutto speciali, e che appaiono impiantati per una parte che nell' ordine dei colori verrebbe al di sopra (mentre in generale in questo caso l'impianto si fa per le facce prismatiche), la legge sovra esposta non soffre eccezione per ciò. E poichè nella struttura molecolare, come ritengono anche il Riecke e lo Schedtler, sembra che debba cercarsi la cagione della piroelettricità, parrebbe che in questi casi non si avesse altro che un'inversione nella posizione della molecola rispetto all'asse d'impianto del cristallo.

Le prove da me fatte confermano molte delle deduzioni dello Schedtler rispetto all'influenza delle fenditure, associazioni omeomorfe delle diverse varietà della sostanza tormalinica, stato di purezza dei cristalli ec. L'eccitabilità elettrica cambia con le varietà della tormalina; così avrei trovato esser rilevantissima per il nero superiore la negativa (per raffreddamento), per il giallo la positiva; e se lo Schedtler e altri per tormaline

nere avevano trovato invece minima la tensione, è a ritenersi la sostanza nera cui si riferiscono diversa dall'azzurro-nera superiore, come, ad esempio per le stesse tormaline dell'Elba, è diversa quella del nero inferiore. In varii cristalli policromi a zone giallo-verdi e nere con nero superiore e inferiore, si vede all'estremità analoga il nero superiore totalmente coperto di minio, che ne segue nettamente le linee di separazione (fig. 15), mentre all'altra estremità lo zolfo va gradatamente diminuendo verso il mezzo del cristallo in perfetta armonia con la separazione netta nel primo caso dello strato nero superiore dal sottostante e graduale sfumatura di tinte per struttura zonale nel secondo.

Questa graduale diminuzione dell'eccitabilità elettrica dall'estremità dei cristalli, ove è massima, si dà per tutte le altre varietà, nelle quali si ha pure graduale sfumatura di tinte. È però diversa nei varii casi l' estensione delle zone positiva e negativa e diversa pure l'estensione della zona neutra, la quale si trova spostata ora più verso l'uno, ora più verso l'altro polo.

Diversa tensione elettrica mostrano anche gli strati concentrici di vario colore in una stessa sezione di tormalina a struttura zonale. Fatte varie sezioni di siffatti cristalli e sottoposte all'impolveramento, si vedono zone più o meno circolari densamente ricoperte di zolfo o di minio (fig. 16), secondo il polo della faccia impolverata, attorno ad aree o altre zone appena asperse di polvere o anche del tutto mancanti. In altri casi è l'area centrale più densamente coperta (fig. 17), e le differenze appaiono in relazione con la natura dei diversi strati, che limitano anche le zone più o meno elettrizzate. Infatti mentre quest'ultimo caso suole verificarsi nelle tormaline rosee perifericamente più tendenti all'acroico, si ha invece il primo nelle giallo-verdi a nucleo scuro, che è meno eccitabile del contorno giallo-verdognolo. Per ciò conviene concludere che se il diverso

grado di raffreddamento degli strati più o meno lontani dal centro delle sezioni possa influire su queste differenze d'eccitabilità, non può mai esserne la sola cagione. Alla differenza della sostanza tormalinica, sia pure perchè diversamente conducente la temperatura e l'elettricità col variare di essa, sono certo da attribuirsi, almeno in gran parte, queste differenze concentriche di tensione.

L'estensione delle varie zone oltrechè con la diversa proporzione delle diverse sostanze tormaliniche omeomorficamente associate sembra essere in correlazione con le impurità, fenditure e altre particolarità, che ne alterano la normale omogeneità. Così succede che spesso la zona di un dato segno si vede talora nettamente arrestata da una qualche fessura, o che all'estremità rotta il minio e lo zolfo si dispongono più facilmente seguendo delle linee irregolari incavate nelle facce prismatiche e prodotte da cristalli, in generale di quarzo, che alla tormalina erano prima associati. In quei pochi cristalli, che oltre una zona nera superiore ne presentano pure alternate con la tinta giallo-verde, si ha che il minio si depone con più abbondanza seguendo la direzione di queste zone che sulla parte giallo-verde adiacente (fig. 18). E lo stesso in quei cristallini a terminazione turchina, nei quali la colorazione si alterna con l'acroico in tanti piani paralleli l'uno con l'altro e alla base risultandone per chi guardi attraverso tante linee fra loro vicinissime.

In taluni cristalli rosei terminati da {100} e {110} le facce ricoperte di minio mostrano talvolta delle piccole striscie di zolfo seguenti linee di struttura polisintetica (fig. 19), alla quale accenna anche la distribuzione del minio o dello zolfo in aree distinte sulla stessa estremità cristallina (fig. 20), le quali corrispondono a individui diversi mimeticamente associati.

A meglio studiare il contegno piroelettrico in relazione alla struttura mimetica, che già dissi rilevarsi anche dalle figure

d'interferenza, sottoposi alle prove di impolveramento molte delle sezioni trasversali, che già mi avevano servito per la determinazione del contegno ottico e termico, scelte fra le diverse varietà di tormalina.

In alcune non si osserva niente di particolare, quantunque in tutte la distribuzione del minio e dello zolfo non si faccia uniformemente; ma in molte si vede il minio o lo zolfo raggrupparsi in aree distinte separate da solchi più o meno larghi senza polvere con un' esile striscia nel mezzo di zolfo o minio secondochè si tratti della faccia elettrizzata negativamente o positivamente per raffreddamento; ossia sulla faccia ricoperta di minio le linee di separazione delle aree diverse sono di zolfo e inversamente (fig. 21, 22, 23, 24). Se le sezioni sono sottili le figure che si formano per la varia distribuzione del minio e dello zolfo restano le stesse sulle due facce e non sono invertite che per il colore. Studiando la distribuzione delle aree si vede che corrispondono a settori mimetici, quali già erano stati rilevati dallo studio ottico.

Le linee di separazione forniteci dalla sostanza di segno elettrico opposto a quello dell'estremità che si esamina, quando non si voglia ritenere che sieno dovute a invertita tensione per invertita posizione di parti emimorfe compenetrantisi, conviene ritenere con lo Schedtler che ci rappresentino invece linee di debole eccitamento, sulle quali si sieno meccanicamente deposti i grani delle polveri dello stesso segno respinti dalle aree di maggior tensione e di segno opposto. Forse per il caso nostro ci rappresentano vere linee neutre sul confine fra due subindividui, sulle quali le polveri respinte dalle aree di maggiore eccitabilità di ciascuno di essi si sono raccolte, così come sulle linee nodali si raccolgono le polveri asperse sulle lastre vibranti.

In ogni modo è notevole l' importanza che ha il contegno piroelettrico studiato nelle sezioni trasversali per la determinazione della mimesia.

CARATTERI CHIMICI

Saggi al cannello ferruminatorio.

La tormalina nera superiore si fonde contorcendosi e sfogliandosi in vario senso e dà una scoria opaca quasi nera bollosa e che per taluni cristalli è assai fortemente polare-magnetica. Col borace dà una perla verde-rossastra a caldo; verde a freddo.

La tormalina nera inferiore produce una scoria grigiastra con bolle bianche sui margini dovute ad un leggerissimo, invisibile a prima vista, strato giallo-verdolino periferico, il quale ci si mostra anche in tutte le sezioni sottili del nero inferiore osservate al microscopio. Col borace dà una perla giallognola a caldo e giallo-verdastra a freddo.

Per i cristalli policromi a terminazione nera con lo strato nero preceduto da colore verde-azzurro, e che mostrano internamente un'anima verdina o scolorita, si ha che l'anima diventa bianca opaca, l'involucro dà luogo ad una scoria grigiastra e l'estremità terminata ad una scoria bollosa di color rosso-fegato quasi nero.

La tormalina acroica non si fonde, ma si sfoglia in generale perpendicolarmente all'asse e diventa opaca di un color bianco-latte. Col borace perla scolorita o leggerissimamente giallina a caldo e scolorita o leggermente rosea a freddo.

La tormalina cilestro-bigiastra, come spolverata di cenere sulle facce terminali (Parte prima pag. 34), si comporta all'estremità come le acroiche, solo la patina cilestro-cinerea dà luogo a scoria cenerognola bollosa.

La tormalina rosea se di colore pallido si comporta come l'acroica, mostra invece un nucleo bianco-sporco-rossiccio cir-

condato da strato bianco se il colore era più intenso specialmente se con tendenza al rosso-giallastro. Col borace perla scolorita o leggermente rosea a caldo; scolorita o giallina a freddo.

La tormalina giallo-verdolina non si fonde e diventa bianca di un bianco opaco leggermente sporco, simile quindi anche per questo carattere alle acroiche. Col borace perla scolorita o leggermente rosea tanto a caldo che a freddo.

La tormalina giallo-verde si fonde con difficoltà sugli spigoli, diviene bianco-rossiccia con abituale struttura zonale, con parti bianche esterne, rossicce internamente e di un colore tanto più cupo quanto più intenso era il colore giallo-verde. Col borace perla leggermente giallo-rossastra a caldo; giallastra a freddo.

Composizione chimica.

Hermann [1] fu il primo che analizzò una tormalina dell'Elba acroica; indi Rammelsberg [2] diverse e di vario colore e ne discusse anche e più volte le formule. Vom Rath [3] e A. D'Achiardi [4], che successivamente si occuparono delle tormaline elbane, e tutti gli altri che in trattati generali o in lavori speciali ebbero occasione di ricordarle non fecero che riportare i resultati di quelle prime analisi, oltre le quali io non so che ne sieno state pubblicate altre.

Riesce un po' difficile accertarsi a quale varietà di tormaline spettino alcune analisi del Rammelsberg, perchè più volte corrette nelle tante e tante successive pubblicazioni non sempre sono concordi del tutto le indicazioni.

---

[1] *Ueber die Zusammensetzung der Turmaline.* Journ. für prakt. Chemie, Bd. XXXV, S. 232. Leipzig 1845. - Sunto in Ann. des Min 4.e Ser., T. VIII, p 707, Paris 1845.

[2] Vedi Parte prima, pag. 8, Nota 2. [3] Op. cit., pag. 667.

[4] *Min. della Toscana.* Vol. II, pag. 206

Dalla nota pubblicata in due numeri dei Pogg. Ann. (1), nella quale si riassumono anche le anteriori pubblicazioni, le analisi sotto riportate sembrerebbero riferirsi ai seguenti tipi di tormalina; solo quella riportata per prima è dell'Hermann:

I. Tormalina acroica.
II. " acroica e rosea. P. sp. = 3,022.
III. " verde. Cristalli trasparenti. P. sp. = 3,112.
IV. " scura. Cristalli in parte verdi e in parte bruni per trasparenza.
V. " nera. Cristalli che davano schegge brune e verdi per trasparenza. Polvere grigia. P. sp. = 2,942.
VI. " nera. Cristalli per trasparenza rosso-bruni. Polvere grigia. P. sp. = 3,059.

L'incertezza per me maggiore è sul n.° IV, di cui non si tiene più parola negli ultimi lavori, e sul n.° V che per la composizione si avvicina grandemente al n.° VI, e questa incertezza trova poi suo appoggio in ciò che lo stesso Rammelsberg nella sua nota del 1870 (pag. 665) qualifica i cristalli di tormalina scura (n.° 25 *a*), per trasparenza in parte verdi in parte bruni, come analoghi del tutto a quelli ricordati al N.° 22 della sua prima memoria (Pogg. Ann. Bd. LXXXI, N.° 9, S. 5, Leipzig 1850) e che dice essere violetto-rossastri per trasparenza e quindi invece per me spettanti al nero superiore. Resto quindi incerto se al nero superiore o all'inferiore debba riferirsi l'analisi V.

Nelle analisi qui sotto riportate Rammelsberg determinò la perdita per arroventamento, la quale comprende insieme H_2O ed Fl in stato di $SiFl_4$, quindi determinò a sè il Fl, e fatta la differenza fra il corrispondente peso di $SiFl_4$ e la perdita totale dedusse il tenore di H_2O. Ora siccome il fluorio non si

(1) Bd. CXXXIX, N. 3-4, S. 379 u 547, Leipzig 1870.

perde tutto per arroventamento così il tenore effettivo in acqua è realmente un poco maggiore stando fra quello così calcolato e la perdita totale per arroventamento, che, calcolando a parte il Fl, riporta per intera negli ultimi suoi lavori e che è per le varie analisi:

II = 3,37 ; III = 3,28 V = 2,54 ; VI = 2,50

	I	II	III	IV	V	VI
Fl.	—	0,70	0,50	0,98	0,47	0,15
H_2O	—	2,41	2,60	2,00	1,90	2,29
K_2O	—	1,30	0,34	0,38	0,75	0,25
Na_2O	3,120	2,00	2,40	2,04	2,30	2,19
Li_2O	2,190	1,22	0,74		0,32	—
CaO	—	—	—	0,30	—	0,74
MgO	0,450	0,20	0,41	4,30	1,68	6,77
MnO	0,267	0,92	2,51	3,59	1,87	0,58
FeO	—	—	1,38	5,43	10,52	9,93
Al_2O_3	44,088	44,05	41,89	33,19	34,15	30,02
B_2O_3	5,340	9,52	9,99	10,53	9,37	9,03
SiO_2	42,885	38,85	37,74	38,24	37,14	38,20
CO_2	1,660	—	—	—	—	—
	100,000	101,17	100,50	100,98	100,47	100,15

Rammelsberg dedusse dalle sue analisi che le tormaline erano come egli le chiama *Drittelsilicate* e anche nell'ultimo suo lavoro sulle tormaline (¹) e nella seconda appendice al suo *Manuale di Chimica Mineralogica* (²) conclude col dire che sono tutte associazioni isomorfe di tre sorta di molecole:

$$\overset{I}{R}_6 SiO_5 \qquad \overset{II}{R}_3 SiO_5 \qquad \overset{VI}{R} SiO_5$$

(¹) *Ueber die Chemische Natur der Turmaline.* Sitz. k. preuss. Ak. d. Wiss. 29-30, S. 679, Berlin 1890.

(²) *Handbuch d. Mineralchemie.* S. 283, Leipzig 1895.

comprendendo fra i metalli monovalenti l'idrogeno; fra gli esavalenti il boro come B_2 corrispondente ad Al_2.

E valutando tutti i metalli come monovalenti fa notare che la proporzione di R a Si di poco si discosta in tutte da 6 a 1. Per quelle dell'Elba dà:

	$\overset{\text{I}}{R}$	:	Si
Tormalina nera	5,6	:	1
„ nero-grigiastra	5,9	:	1
„ verde.	6,1	:	1
„ acroica e rosea	6,1	:	1

Combatte l'interpetrazione data dal RIGGS ([1]) e da JANNASCH e CALB ([2]), i quali considerano le tormaline come boroortosilicati separando il boro dall'alluminio e scrivendone la formula:

$$\overset{\text{I}}{R}_9 BO_2 2SiO_4$$

che in gruppo di costituzione risolvono nell'altra

```
[O2 B] — R3 <O \
            <O  \
                 > Si
             O  /
  R3 <— O  /
     \ O
         \
          O — Si
  R3 <— O  /
     \ O  /
```

A. D'ACHIARDI riportando le analisi del RAMMELSBERG non fa che estendere ai singoli casi la formula del RAMMELSBERG stesso, che egli semplifica convenzionalmente nella seguente:

$$(\overset{\text{I}}{R}_6, \overset{\text{II}}{R}_3, \overset{\text{VI}}{R})\, Si\, O_5$$

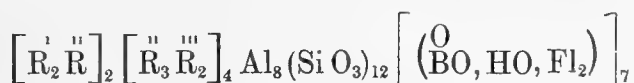
notando come nelle tormaline nere sieno prevalenti Fe e Mg,

([1]) *The Analysis and Composition of Tourmaline.* Americ. Journ. Sc. Vol. XXXV, n. 205, pag. 35, 1888.

([2]) *Ueber die Zusammensetzung des Turmalins.* Ber. d. d. chem. Ges. 22, S. 216, 1889.

abbondanti pure nelle verdi-brune, che sono però più ricche di Mn e come questo predomini nelle giallo-verdi, mentre nelle acroiche e rosee sono in maggior copia Na e Li.

Questi stessi legami con il colore notò più particolarmente lo SCHARIZER (Op. cit.), il quale nel suo lavoro sopra ricordato (pag. 20) dice anche che le tormaline per la loro stochiometrica costituzione corrispondono assai bene al tipo di *Drittelsilicate* ammesso dal RAMMELSBERG; e per le tormaline di SCHÜTTENHOFEN con e senza alcali, non considerando le verdi per le quali si ha ancora molta incertezza sulla loro costituzione, dà la formula generale:

$$\left[\overset{I}{R}_2\overset{II}{R}\right]_2 \left[\overset{II}{R}_3\overset{III}{R}_2\right]_4 Al_8(SiO_3)_{12}\left[\left(\overset{O}{BO}, HO, Fl_2\right)\right]_7$$

A. KENGOTT([1]), discutendo sulla composizione delle tormaline, e anche per talune dell'Elba, conclude con l'ammettere in tutte la presenza di due silicati $3R_2O.SiO_2 + 5(R_2O_3.SiO_2)$ e $2(3RO.SiO_2) + R_2O_3.SiO_2$ isomorficamente associati in proporzioni differenti e quindi si rientra sempre nel modo di vedere del RAMMELSBERG.

REINECH ([2]), che prende pure in considerazione le tormaline dell'Elba, ammette anch'esso più molecole fondamentali ma non tutte dello stesso tipo.

CLARKE ([3]), come il REINECH, nota l'anologia fra la composizione delle tormaline e quella di alcune miche che ne derivano per alterazione, ma a differenza di esso e di KENGOTT ammette invece un unico nucleo

$$Al_5(SiO_4)_6(BO_3)(BO_2)_2$$

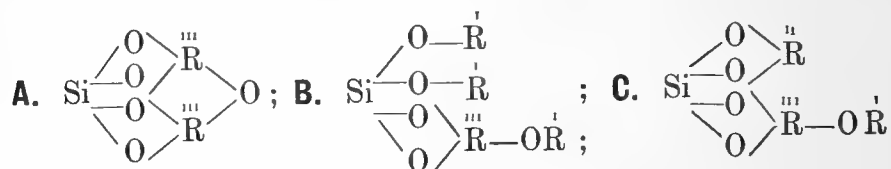
onde per saturazione con altri elementi delle affinità non soddisfatte deriverebbero 4 tipi di tormaline.

([1]) *Ueber die Formel der Turmaline.* N. Jahrb. f. Min. Geol. Pal., 2 Bd., 1 Hft., S. 44, Stuttgart 1892.

([2]) *Die chemischen Grundformeln des Turmalins.* Zeit. Groth, Bd. 22, S. 52, Leipzig 1894.

([3]) *The Constitution of the silicates.* Bull. of the U. St. Geol., Surv. N.° 125, Washington 1895.

Viene quindi in modo differente interpetrata la composizione delle tormaline in genere e quindi anche di quelle dell'Elba. Certo il modo di Rammelsberg è il più semplice, ma non volendo ammettere il gruppo molecolare $\overset{I}{R}_6 Si O_5$, che non si saprebbe come rappresentare in formula di costituzione, e tenendo conto di tutte le ragioni addotte da Riggs, Jannasch e altri per ritenere le tormaline quali boroortosilicati o forse meglio ossiortosilicati, credo se ne possa rappresentare la composizione per associazione di più molecole dei tre tipi: **A. B. C.**

$$\textbf{A.}\ \mathrm{Si}\begin{matrix}<^{O}_{O}>\overset{III}{R}\diagdown\\<^{O}_{O}>\overset{III}{R}\diagup\end{matrix}O\ ;\quad \textbf{B.}\ \mathrm{Si}\begin{matrix}-O-\overset{I}{R}\\-O-\overset{I}{R}\\<^{O}_{O}>\overset{III}{R}-O\overset{I}{R}\end{matrix}\ ;\quad \textbf{C.}\ \mathrm{Si}\begin{matrix}<^{O}_{O}>\overset{II}{R}\\<^{O}_{O}>\overset{III}{R}-O\overset{I}{R}\end{matrix}$$

in cui $\overset{III}{R}=Al, B, \overset{III}{Mn}, \overset{III}{Fe}$ $\quad \overset{II}{R}=\overset{II}{Fe}, \overset{II}{Mn}, Mg, Ca$ $\quad \overset{I}{R}=H, Li, Na, K$ e anche a Fl ritenuto come sostituente il gruppo molecolare [HO] o altro della stessa valenza.

La differenza chimica da varietà a varietà e da cristallo a cristallo non solo, ma anche fra una parte e l'altra di un medesimo cristallo, sia che si considerino gli strati longitudinali che i trasversali, differenza la quale oltrechè dalle analisi è confermata anche dai saggi al cannello ferruminatorio, ci autorizza ad ammettere l'ipotesi che non esista un composto unico, ma sì bene un composto multiplo per associazione di molecole omeomorfe spettanti ai tipi sovra riportati in proporzione variabile da varietà a varietà.

Così per le tormaline elbane, mentre le acroiche e le rosee risulterebbero costituite quasi esclusivamente da molecole dei tipi **A** e **B** con grande prevalenza delle prime, le giallo-verdi, le bruno-grigiastre, le giallo-brune, o nere inferiori dall'associazione dei tre tipi **A, B, C** con proporzioni successivamente calanti nell'ordine in cui queste varietà sono indicate per **A** e **B**, crescenti per **C** fino a raggiungere rispettivamente un minimo

e un massimo nelle azzurro-nere o nere superiori costituite soltanto da molecole dei tipi **A** e **C**.

Oltre a queste differenze graduali fra le proporzioni dei varii tipi molecolari, altre e non minori se ne hanno fra le proporzioni dei varii elementi e a questi più particolarmente conviene fare attenzione per giudicare della genesi dei cristalli policromi. Così mentre nel nero superiore si ha che $\overset{\shortparallel}{R}$ è quasi esclusivamente rappresentato da Fe e Mg, nell'inferiore lo è anche da Mn ed abbondantemente così come nelle tormaline giallo-verdi-brune che vi fanno passaggio.

La diversa solubilità in uno stesso magma o mezzo solvente di queste molecole fra loro omeomorfe, e quindi suscettibili di cristallizzare insieme, e diverse per la qualità degli elementi ci spiega la mutabilità delle proporzioni loro col crescere del cristallo e la costituzione a cartoccio per il sovrapporsi di strati tormalinici successivamente differenti.

Finchè si sono andate deponendo le molecole spettanti alla sostanza verde, rosea o altra su cui prevale la tendenza ai piani basali, tendenza che si manifesta anche per la sfaldatura, specialmente se agevolata dalla cottura, il cristallo si è accresciuto con prevalenza in altezza, ma anche in larghezza, onde la sua struttura zonale o a cartoccio (fig. 4). Quando invece alla sua sommità libera si è manifestata la tendenza a costituirsi delle facce romboedriche {100} abituali nel nero superiore, le cui parti per riscaldamento si separano dalle sottostanti per piani romboedrici, mutate forse le direzioni di attrazione cristallogenica e cessato l'accrescimento laterale il cristallo ha continuato a crescere solo in altezza per piani romboedrici. Quindi per il nero superiore si ha sempre separazione netta dalle parti sottostanti, mancanza di struttura zonale e contegno al cannello ferruminatorio sempre eguale in ogni sua parte.

Tutto conferma per tanto doversi considerare le tormaline

come un'associazione molecolare anzichè come un semplice composto.

Alterazioni e Perigenesi.

G. Bischof [1] fu il primo o certo uno dei primi che abbia parlato della alterazione delle tormaline elbane e ricorda un cristallo di tormalina rosea di San Piero, le cui facce sono coperte di laminette bianche di mica con lumeggiamenti qua e là verdognoli, le quali laminette si osservano anche sulle facce di sfaldatura rompendo i cristalli, e nell'un caso e nell'altro le ritiene effetto della tormalina stessa. Le tormaline rosee per poco che si mostrino torbide o fratturate sono sempre accompagnate da mica penetrante anche nella massa.

Indi F. Senft [2] discorrendo della alterazione della tormalina, nota esso pure la derivazione delle miche, e, come già aveva detto anche il Bischof, fa rilevare la maggiore frequenza di queste sulle tormaline acroiche e rosee che sulle altre varietà. Senft ritiene facilitata quest'alterazione da acque sotterranee contenenti carbonati o silicati alcalini derivanti dall'alterazione dei feldispati granitici.

Anche G. vom Rath [3] cita cristalli canniformi, cavi nell'interno, che furono pure ricordati da A. D'Achiardi [4], il quale ravvicinò alla cookeite la sostanza in piccole scagliette bianche e lucenti, che si trova a formare il tubo di questi cristalli o il rivestimento esterno quando i cristalli non si sieno come nel primo caso disfatti totalmente per alterazione.

Io pure in moltissimi cristalli ho riscontrato questi prodotti d'alterazione e ho constatato la loro abituale associazione alle

---

(1) V. Parte prima, pag. 9, nota (3).

(2) *Die Kryst. Felsgemengtheile.* S. 501, Berlin 1868.

(3) Op. cit., pag. 667.

(4) Op. cit., Vol. II, pag. 237.

tormaline litinifere, acroiche e rosee, essendone prive le nere e le verdi, le quali sogliono invece presentare come prodotto di alterazione una pellicola giallo-rossastra limonitica. La lepidolite accompagna costantemente le tormaline acroiche e rosee, ma non oserei affermare che essa ne sia sempre un prodotto d'alterazione come altri dissero. Se là dove si trovano spesso le lamelle lepidolitiche sopra le facce e anche nell'interno dei loro cristalli alterati possano ritenersi derivate dalle tormaline, ove invece rinvengonsi sulla roccia più o meno lontane da esse sono più propenso a ritenerle effetto, se non simultaneo, certo della stessa fase di cristallizzazione, per la quale si producevano anche le tormaline, tanto più che spesso insieme alla lepidolite queste si presentano del tutto inalterate.

Nelle porzioni decomposte di granito, in geodi ricche di zeoliti, ove appaiono le cristallizzazioni senza dubbio posteriori di polluce, heulandite, idrocastorite, cabasite, pseudonatrolite, orizite, cookeite e insieme sostanze caoliniche e altre mal definite, è facile constatare che al loro formarsi hanno certo preso parte anche le tormaline, qui sempre più o meno alterate, talvolta anche interamente disfatte con permanenza solo o del vano lasciato da esse o del rivestimento canniforme, che può essere anche di sostanza diversa.

Talora l'incrostazione è completa, e tormaline i cui elementi, compresa la litina, si ritrovano a far parte di questi stessi prodotti di alterazione danno luogo a belli esempi di perigenesi.

GIACIMENTO — ASSOCIAZIONI — PARAGENESI

Entro al granito di Monte Capanne, fra S. Ilario e S. Piero si hanno i principali giacimenti delle tormaline elbane, le quali si trovano in druse o geodi allungate, che dai primi osservatori furono qualificate come filoni.

Così li denominarono anche SAVI E MENEGHINI (1) aggiungendo l'epiteto di tormaliniferi a caratterizzare questi creduti filoni, differenti principalmente dalla massa del granito normale circostante per la mancanza di mica nera e carattere sempre più o meno spiccato di pegmatite e presenza oltrechè di tormaline anche di berilli, granati ecc.

PARETO (2) li aveva ritenuti vacui nel granito massiccio e dopo lui COCCHI (3) li qualificò pure per druse allungate dirette da NO a SE, ricordandone le principali come quelle di Grotta d'Oggi, della Speranza, di S. Ilario, e notò le differenze che si hanno anche fra le varie druse o geodi di una stessa località, e così ad esempio per quelle di Grotta d'Oggi ci dice che le tormaline nere, policrome, rosee e verdi sono proprie di druse che si succedono nello stesso ordine dal basso all'alto.

G. VOM RATH (4) notò anche differenze nella stessa drusa, o filone come egli dice, nelle salbande del quale starebbero le tormaline nere, mentre nel mezzo le rosee, acroiche e policrome.

Che si tratti di geodi o druse allungate sembra essere confermato da recenti osservazioni e gli scavi su larga scala intrapresi nelle località più ricche di belle tormaline, come a Grotta d'Oggi, hanno dimostrato l'irregolare andamento e variabilità di dimensioni di siffatte druse, che si limitano e ripetono anche a breve distanza.

La differenza fra i due modi di vedere starebbe in ciò, che per coloro che le giudicano filoni rappresenterebbero masse di granito pegmatitico intruse per effusione entro al granito normale già formatosi, per gli altri invece un'ultima fase nel consolidamento del magma granitico, se non forse una posteriore secrezione effettuatasi nelle cavità del granito stesso.

Nella visita fatta a S. Piero e a S. Ilario nell'autunno del 1894

(1) *Considerazioni sulla geologia stratigraf. della Toscana.* Pag. 498, Firenze 1851.

(2) *Sulla costit. geol. delle isole di Pianosa* ecc. Ann. Un. di Pisa, T. I, 1844-45.

(3) Op. cit., (Parte I.a, pag. 10, (1)). (4) Op. cit., (Parte 1.a, pag. 9, (6)).

nell'impossibilità di fare scavi ove il lavoro precedente aveva già in gran parte alterata la faccia del luogo, non potei formarmi un'esatta nozione sull'essenza di questi giacimenti tormaliniferi; onde più che dalle mie poche osservazioni sul luogo, dai fatti quali trovo descritti e da un attento esame dei grossi esemplari delle collezioni sono indotto ad attenermi al modo di vedere del Cocchi, del Lotti [1] e degli altri, i quali dicono il granito tormalinifero essere o un caso speciale di secrezione o un'ultima fase del consolidamento del magma granitico.

In ogni drusa si trovano certo più varietà di tormaline e io ho veduto insieme nello stesso pezzo tormaline acroiche rosee e policrome, sopra altro giallo-verdi e nere e in altro esclusivamente nere; ma è pur vero che certe varietà dominano in alcune druse, altre in altre. Così le nere nelle druse di Catalanella a Grotta d'Oggi, di Forcioni e dei Catri presso Sant'Ilario; e in quelle dei dintorni di Sant'Ilario anche le azzurro-verdi a nucleo biancastro trovate insieme ai cristalli cerulei e azzurri di berillo (rosterite azzurra); le rosee, acroiche, e policrome specialmente a Grotta della Speranza e a Grotta d'Oggi, ove la multiforme drusa filoniana di Catalanella, secondo notizie cortesemente fornitemi dal prof. Roster, avrebbe dato " tormaline di ogni genere, di ogni colore e di ogni dimensione ".

E con le diverse varietà sogliono anche essere diverse le associazioni. Così se si citano come minerali del granito tormalinifero elbano, oltre le tormaline, il quarzo, l'ortose, l'albite, la biotite, la lepidolite, il granato, l'apatite, il berillo, la magnetite, lo zircone, la petalite, la fluorina, la cassiterite, il polluce, l'idrocastorite, la stilbite, l'heulandite, l'orizite, la cabasite ecc.. non tutte sono sempre presenti, nè tutte hanno eguale diffusione, nè sempre mantengono gli stessi caratteri. Così le tre prime specie, quarzo, ortose e albite, abbondano

(1) *Descr. geol. d. Elba.* Roma 1886.

sempre; ma il quarzo ora è del tutto scolorito, ora invece affumicato e nero, come è caso frequente con tormaline nere e anche acroiche; così il feldispato ora è bianchissimo porcellanoide, ora giallognolo e perfino nerastro e tutto tempestato di piccoli cristalletti di quarzo e anche di tormalina che involge. La biotite manca o si trova solamente dove la tormalina scarseggia.

La lepidolite, scarsa e in grosse lamine bianco-argentine quando si hanno tormaline verdi e verdi-nere-zonate, è invece come a Grotta d'Oggi abbondantissima in cumuli di piccole lamelle rosee e anche argenteo-violacee, ove si hanno tormaline rosee o policrome con predominio di roseo. Ove manchi il roseo, la lepidolite manca o scarseggia. Cosi p. es. con i cristalli policromi a terminazione acroica, se lo strato acroico è preceduto dallo strato roseo la lepidolite abbonda, se da uno strato giallo-verde scarseggia.

E con queste tormaline rosee e acroiche si hanno berilli acroici e rosei, e sono invece cerulei o celesti ove si hanno tormaline cilestre o azzurro-nere. Granato, apatite, topazio, cassiterite, magnetite, zircone sono sempre rari. E ora questi minerali originarii soltanto, ora invece si hanno insieme ad essi come nelle druse della Speranza, come anche a Grotta d'Oggi, in quelle geodi cioè ove avvennero alterazioni successive, minerali idrati, quali il polluce, l'idrocastorite, la cabasite, la pseudonatrolite, la stilbite, l'heulandite, spesso anche prodotti caolinici e altri di incerta e variabile composizione, che oltre a farci testimonianza dell'alterazione avvenuta, ci attestano anche che essa avvenne per via idrica.

Per questi minerali zeolitici e altri idrati si ha una genesi dunque non solo diversa, ma posteriore ai precedenti sui quali riposano, e che talvolta anche incrostano completamente (vedi perigenesi pag. 69). È la genesi per via idrica comune alle zeoliti tutte delle rocce cristalline.

Anche la lepidolite in piccole lamelle roseo-argentine, aderenti alle facce delle tormaline rosee, talvolta anche nelle superfici delle sue fenditure, può credersi col Bischof che possa esser derivata dall'alterazione delle tormaline stesse, ma non sempre, e già dissi (pag. 69) le ragioni per le quali ritengo che, specialmente dove non si abbiano segni di alterazioni, debba ritenersi minerale originario al pari della tormalina, ortose, quarzo e altri sopra ricordati. Certo questi minerali originarii non si produssero tutti in un tempo, ma tutti però per fasi successive di uno stesso periodo di cristallizzazione.

Lo studio della paragenesi ci mostra come la successione non debba essere stata la stessa dei corrispondenti elementi del granito normale incassante. Basti citare il quarzo ultimo a cristallizzare allotriomorficamente in questo, e qui invece nel granito tormalinifero idiomorfo (almeno in gran parte) inviluppato dal feldispato e non di rado anche dalla tormalina, che però ne è più di sovente inviluppata essa stessa. L'origine quindi parrebbe diversa che da un magma granitico, in cui i materiali disciolti si siano deposti coll'ordine della loro solubilità nel magma stesso, e cioè dai più basici ai più acidi.

E limitando qui lo studio alle sole tormaline, dai rapporti loro di posizione rispetto agli altri minerali e più specialmente al quarzo parrebbe che vi fossero state più fasi successive o meglio forse un lungo periodo di deposizione, durante il quale altri minerali cristallizzarono simultaneamente. La diversa costituzione della sostanza tormalinica non fu verosimilmente estranea a queste differenze di reciproci rapporti di posizione, poichè è presumibile che a quelle differenze di costituzione corrispondano anche differenze nei tempi di cristallizzazione.

Laboratorio di Mineralogia dell' Università di Pisa — 26 Gennaio 1896.

AGGIUNTE E CORREZIONI

Alle numerose memorie citate nella parte bibliografica di questo lavoro (Parte I.ª, pag. 4-11) sono da aggiungersi quelle di Pareto, Savi-Meneghini, Jannettaz, Miklucho-Maclay, Riecke, Scharizer, Brauns, Kengott, Zimànyi, Pokels, Reinech e altri, i quali si trovano citati in questa seconda parte trattando degli argomenti di cui si sono pur essi occupati.

Oltre a questi è da aggiungersi alla bibliografia la memoria dell'Ing. Arnaldo Corsi: *Due esemplari di Tormalina e berillo dell' isola d' Elba* pubblicata nella Riv. scient. e industr. Firenze 15 genn. 1882, N.° 1, pag. 19.

Parte I.

				ERRATA	CORRIGE
Pag.	6	*linea*	33	*Zusammenhang den*	*Zusammenhang zwischen der*
"	8	"	32	S. 379	S. 379 u. 547
"	9	"	34	*Geognostische mineralogische*	*Geognostisch-mineralogische*
"	10	"	26	in due	in cinque
"	10	"	36	Nota (5)	Va a pag. 11 al posto di nota (1)
"	11	"	28	Nota (1)	Va a pag. 10 al posto di nota (5)
"	37	"	4	della	delle
"	68	"	11	L'Ammannati	Ottaviano Targioni Tozzetti
"	92	"	4	a : c	c

Parte II.

Pag.	5	*linea*	30	Monatsberich	Monatsberich.
"	30	"	31	3,026 —	3,017 —
"	36	"	12	geometrico	goniometrico
"	65	"	13	$Fl_2)$	$Fl)_2$

N. STRAMPELLI

IL RHUS COTINUS E SUA COLTURA

NEL CAMERINESE

INTRODUZIONE.

Il desiderio di parlare di cose del paese natio mi invogliò a descrivere il modo di coltivazione del *Rhus Cotinus* (L.), usato dai nostri montanari, esponendo, con quanta più chiarezza e semplicità mi sarà data i pregi e gli usi di detto arbusto. Il non aver poi riscontrata menzione alcuna di questa coltivazione, in quell'immensa falange di autori che si sono occupati di scienze agrarie, il giudicarla non priva di una certa importanza, per qualche speciale industria, m'incoraggiò vieppiù a parlarne colla speranza che tale coltura si estenda e si propaghi maggiormente.

§. 1. — Descrizione e caratteri botanici del Rhus Cotinus (L.).

Il Cotino, Robbione o Scotano, come i nostri agricoltori lo chiamano, è un fruttice, che appartiene alla classe delle Dicotiledoni (Calyciflore), alla famiglia delle Anacardiacee ed al genere *Rhus*.

Il nome di Rhus dalla maggior parte dei fitografi, si vuol derivare dal greco ρεειν (scorrere); ma molto più probabilmente esso deriva dalla parola celtica *rhud*, volendo con ciò ricordare che tutte le specie di questo genere presentano, in autunno, le foglie ed i frutti intensamente colorati di rosso.

Vi sono degli autori, fra i quali Tournefort, che vorrebbero fare del Cotino un genere a sè. Scenk pure sostiene l'idea di distinguere il genere *Cotinus*, al quale, secondo lui, oltre la specie vivente, apparterrebbero alcune altre fossili. Nell'antichità troviamo che Teofrasto chiamò il nostro arbusto, *Cotinus*

Coriaria nome che in tempi relativamente recenti fu pure usato dal SHEGHIER. Lo SCOPOLI gli diede il nome di *Cotinus coggygria* e MOENCH di *Cotinus coccygria*. Nel corso della breve esposizione adotterò il nome generico di *Rhus*, seguendo così l'esempio che mi viene tracciato dalla maggiore parte dei botanici.

Il *Rhus Cotinus* (L.) può sorgere, con fusto diritto e fornito di molti e spessi rami, in forma di grazioso alberello ad una altezza di 3 ed anche 4 metri, ma fra noi, d'ordinario, ha la forma di cespuglio, per i tagli continui, ai quali è soggetto. Il suo fusto è cilindrico e ricoperto di una corteccia, quasi liscia e di colore giallo-cinereo; i ramoscelli sono gracili, flessibili, aperti, bruni tendenti al rossiccio. Le foglie sono alterne, alquanto vicine, patenti, ovali-ottuse o quasi rotonde, intiere, picciolate, spesso un po' ristrette alla base, glabre, di un bel color verde alla pagina superiore, ove si scorge la rachide mediana, rossiccia o gialliccia nella sua porzione basilare, ed i leggieri solchi laterali, corrispondenti alle nervature secondarie, di color glauco o glaucescenti alla pagina inferiore, sulla quale sporge la nervatura mediana, rossiccia o gialliccia, da cui lateralmente partono, ad angolo molto aperto, le secondarie, che si dirigono verso il margine, e si diramano per formare una fitta rete. Nel settembre-ottobre cangiano colore e diventano interamente di un rosso intenso, molto appariscente; stropicciate mandano un grato odore che ricorda l'aroma del cedro.

Il picciuolo delle foglie è piuttosto delicato, quasi piano superiormente, convesso inferiormente, e spesso rossiccio. Nel maggio e nel giugno, il Cotino emette le pannocchie terminali, grandi, composte, ed i fiori, inferi, biancastri, ermafroditi, alle volte per atrofia unisessuali (1) e per la maggior parte sterili ed abortiti. La rachide principale e le secondarie dell'infiorescenza sono glabre, rossiccie, ed appena incurvate ad arco in su. I peduncoli fiorali sono eretto-patenti o patenti, delicati, più lunghi del fiore, pubescenti per rari e corti peli, quasi sempre infruttiferi.

Questi, quando la pianta è in frutto, si allungano, e divengono ramificati, piumosi, per lunghi peli rossicci, in modo da formare insieme delle chiome o pennacchi rossi, cosparsi di

---

(1) Dott. HERMANN MÜLLER. Die Variabilität der Alpenblumen.

qualche raro frutto, così belli, che un tempo furono, con molto successo, oggetto di ornamento al capo del sesso gentile. Per questi pennacchi, il Cotino si ebbe dai giardinieri francesi, il nome di *Albero a parrucca*, e presso di noi, quello di *Capecchio* ed anche di *Albero nebbia.*

Le brattee sono lineari, spesso più larghe in alto, ottuse, intere o con piccoli denti all'apice, verdognolo gialliccie; le superiori e le bratteole sono simili alle brattee inferiori, ma più strette; esse sono glabre e molto più erette dei peduncoli. Il calice, anch'esso glabro, è verdognolo, diviso, fin verso il terzo o quarto inferiore, in 5 lacinie patenti, ovali-lanceolate, spesso con qualche dente all' apice. I petali sono 5, lunghi quasi il doppio del calice, patenti, ovali-ottusi, coll' apice e i margini ripiegati in giù, verdognolo-gialliccio-chiari, e quasi bianchicci. Gli stami sono poco più corti della corolla, opposti alle lacinie del calice, con filamenti lesiniformi, bianchicci, glabri e colle antere ovato-tonde, ottuse, smarginate alla base, inserite pel dorso, aventi due loggie gialle e glabre che si aprono longitudinalmente.

Il disco è a guisa di un grosso anello, di color quasi aranciato, ed ha 5 lobi larghetti e poco profondi, opposti ai petali e 5 leggieri incavi o seni, fra i lobi dei quali è abbracciata, in parte, la base dei filamenti.

Nel gineceo si riscontrano 5 stili sormontati da stimma, piccoli ed ottusi, ed un solo ovario sessile uniloculare con un unico ovulo eretto.

Il frutto è una piccola drupa, a mesocarpo poco spesso e carnoso, a endocarpo legnoso, obliquamente obovata, schiacciata, di color rosso scuro, glabra, con grossi nervi longitudinali, ramosi, che si uniscono in rete tra loro. Esso contiene un seme a testa membranaceo, ad albume nullo, con cotiledoni fogliacei e l'embrione colla sua radichetta brevemente uncinata, incombente sulla sutura dei cotiledoni. Infine, il suo sistema radicale è assai sviluppato e le radici, legnose, facilmente approfondiscono nel suolo.

Il Cotino si ricopre del suo bello e ricco fogliame ai primi di aprile, se ne spoglia verso la metà di novembre, fiorisce nel maggio e nel giugno, e fruttifica nel mese di agosto.

§. 2. — **Patria, distribuzione geografica e clima.**

Il *Rhus Cotinus* (L.) è fruttice indigeno dell'Europa meridionale, della regione mediterranea tutta, ove, dalla Spagna al Caucaso, tuttora cresce spontaneo; s'inoltra ad oriente nell'Asia sino presso Pekino e ricomparisce, forse, nell'America settentrionale.

Se ne distinguono parecchie varietà.

1. La varietà *laevis* (Engl.) che ha le foglie glabre ovali o rotonde, brevemente o lungamente picciolate, e pannocchie molto piumose, è la più diffusa. Infatti la si rinviene spontanea o subspontanea in quasi tutta la Spagna: nella Francia meridionale, cioè nel Delfinato, sui colli asciutti della Provenza da Avignone sino alle pendici occidentali delle Alpi Marittime, e nella Savoia presso Chambéry.

La stessa varietà vive nell'Italia settentrionale centrale, nei luoghi aridi e petrosi della regione della quercia e del castagno. Si ritrova nella Svizzera meridionale sino al lago di Lugano; nel Tirolo presso Bolzano e Neumarckt; nell'Italia; nella Carniola presso Laibach; poi più a settentrione nella Stiria sul monte dolomitico Notsch; quindi a Kahlemberg e Vienna. A mezzogiorno di questi paesi la varietà *laevis* cresce spontanea nella Dalmazia, nell'Erzegovinia, nel Montenegro, nell'Albania e in tutta la Grecia.

Ad oriente si manifesta nell'Asia minore e più particolarmente nella Siria (presso Svevia sul monte Ssoffdagh), nell'Armenia russa, nella Georgia caucasica e quindi s'inoltra nelle pendici Nord-Ovest della catena Himalayana.

2. Viene avvicinata, alla varietà *laevis*, la forma di *Rhus* che vive nell'America settentrionale e più particolarmente nello stato di Arkansas. Questa forma però diversifica dalla *laevis* per avere la lamina fogliare più espansa, misurando da 8 a 10 c. m. di lunghezza e c. m. 6 di larghezza.

Il Torrey la riferisce dubitativamente al *Rhus Cotinus* (L.) non sapendo precisare se per essa convenga più questo nome o quello di *Rhus cotinoides,* proposto dal Nuttal.

3. La varietà *pubescens* (Engl.) si trova in Bulgaria; nel Banato; nella Rumenia; nella Siria, sulle rupi del monte Ssoffddah;

e nella regione del Caucaso. Questa varietà fu, da WIERZBICK e BORNEMÜLLER [1], ritenuta per una specie distinta sotto il nome di *Rhus arenaria*. Essa ha le foglie sempre ovali assai raramente arrotondate, con nervatura e picciuolo pubescente, ed alla fioritura le pannocchie quasi glabre o assai poco pelose.

4. La varietà *cinerea* (ENGL.) con foglie assai brevemente picciuolate, pubescenti su ambedue le pagine, e con i peduncoli fiorali ricoperti di breve peluria, si riscontra nel Banato, nella Moldavia e nella China sui monti ad occidente di Pekino.

5. Gli esemplari del *Rhus Cotinus* varietas *velutina* (ENGL.) si rinvengono nell'Indostan settentrionale a Vangtu, presso il fiume Sutley; a Kuma, sino all'altezza di 2300 metri; ad Almorah, a Sirmore e in altri posti delle Indie orientali.

Questa varietà presenta foglie ovate, raramente arrotondate e ricoperte su ambo le pagine di molti e folti peli cinerei.

6. Nei giardini belgi si coltiva una varietà a rami penduli, detta per l'appunto, *Rhus Cotinus* (L.) varietas *pendula* [2].

Il Cotino e sue varietà non resiste al freddo più in là di 6° o 7° centigradi sotto lo zero. Oltre questo limite, se non muore, certamente intristisce. Infatti si è osservato, che non vive sulle alte montagne, ed una lunga e rigida invernata ne illanguidisce la vegetazione.

§. 3. — Rapido sguardo sulla distribuzione geologica del genere Rhus e delle specie fossili affini o identiche al Rhus Cotinus (L.).

Se non teniamo conto dei differenti gruppi distinti nel genere *Rhus*, e se da questo genere non escludiamo la specie *Rhus Cotinus* (L.), da alcuni botanici elevata a tipo di un genere nuovo (*Cotinus*), noi possiamo dire, che il genere di cui ci occupiamo, incominciò a manifestarsi in Europa ed in America sino dai tempi cretacei. La sua comparsa quindi, in tesi generale, corrisponderebbe al rinnovellamento manifestatosi sulla Terra durante e dopo il Cenomiano, quando cioè i continenti incominciarono a rivestirsi delle piante organicamente più ele-

---

[1] I. BORNMÜLLER. Beiträge zur Kenntnis der Flora des bulgarischen Kustenlandes (Bot. C. 1888, Bd. XXXVI, pag. 25).

[2] Revue de l' Horticolture belg.

vate, quali sono appunto quelle delle Dicotiledoni, cui appartengono le Anacardiacee.

I resti di *Rhus* della Creta non sono però ben definiti, mentre ben determinati sono quelli che seguono nelle più antiche formazioni terziarie. Così per esempio si conoscono alcune specie provenienti dagli strati di Laramie nell'America settentrionale, che i geologi riferiscono alla parte più profonda dell'Eocene; più numerose sono nel gruppo di Greenriver, un poco più recente degli strati di Laramie, ma pur esso eocenico. È importante fare osservare che il *Rhus coriarioides* (Lesq.) ed altre di Greenriver presentano spiccate somiglianze con il *Rhus Coriaria* (L.) che vive attualmente.

Ma le affinità tra le specie fossili e quelle viventi vanno accentuandosi nei tempi successivi, per modo che, quando arriviamo all' Oligocene e al Miocene superiore, noi riscontriamo specie, come il *Rhus palaeocotinus* Sap. (Oligocene superiore di Armissan) e *Rhus orbiculata* Heer (Miocene superiore di Abis), che grandemente si avvicinano alle forme attuali e più particolarmente al *Rhus Cotinus* (L.) tanto da potersi riguardare quali forme fondamentali da cui deriva il Cotino.

L'ampia distribuzione che queste specie ebbero anche al di là dell'attuale limite settentrionale del *Rhus Cotinus* (L.), fa supporre che la ristretta area di vita della specie che trattiamo, sia dovuta ai cambiamenti di clima avvenuti in Europa durante il Quaternario e più particolarmente nel periodo glaciale.

All'infuori delle specie fossili testè accennate, le altre tutte anzichè col *Rhus Cotinus* (L.) trovano analogia con quelle che oggidì vivono nell'America del Nord e nel Giappone.

Nei terreni terziari, specie identiche alla nostra non si trovano; ma nel Quaternario inferiore, così nell'età dell'*Elephas primigenius*, come nella successiva dell'*Elephas antiquus*, il *Rhus Cotinus* (L.) si cita tra le piante fossili, di cui molte si protendevano più a settentrione di oggi, particolarità questa che corrisponde ai caratteri del clima di quei tempi, più uniforme, più umido e più temperato dell'attualità, come rileva Saporta [1].

I resti fossili quaternari di *Rhus Cotinus* (L.) furono raccolti alle Bocche del Rodano ed in altre località.

---

[1] Heer. Svenska Vetensk. Acad. Handl. 1869. (Spitzbergen) Giebel Zeitschr. 1872, pag. 405.

§. 4. — Terreno ove vive il Rhus Cotinus (L.) nell'Appennino centrale.

Il calcare rosso, intercalato da strati silicei, compatto o scaglioso, che a guisa di mantello circonda le alture di tutto l'Appennino centrale, costituisce prevalentemente il sottosuolo su cui vive lo Scotano.

Il monte di Crispiero, il monte Letegge, il monte Favo, il monte Fiegni e molti e molti altri, si trovano in consimili condizioni.

Questo calcare rosato o *Scaglia,* corrisponde alla parte superiore del sistema cretaceo, cioè al Senoniano, ed è contemporaneo della formazione consimile sviluppata nell'Italia settentrionale e che i Veneti, appunto per la sua struttura, dicono Scaglia.

Oltrechè sull'accennato terreno, lo Scotano si trova pure spontaneo sul detrito che ricopre calcari bianchi, leggermente marnosi, a strati non molto spessi, e che, geologicamente parlando, sono più antichi della Scaglia.

Difatti, noi riscontriamo lo Scotano p. es. nelle pendici rupestri che limitano la gola delle Grotte di S. Eustachio, o in quelle della pittoresca vallata di Pioraco.

Il sottosuolo di queste contrade è appunto dell'accennato calcare biancastro che un geologo tedesco, lo Zittel, chiamò *Rupestre,* riferendolo giustamente alla parte inferiore della Creta, cioè al Neocomiano.

Ma anche roccie più antiche formano il sottosuolo su cui vive talora lo Scotano, inquantochè non infrequentemente lo riscontriamo in terreni che vengono reputati come giurassici.

In generale, quindi, possiamo dire che tutta la massa calcarea di cui sono costituiti gli Appennini, appartenente ai sistemi giurese e cretaceo, dà gli elementi necessari e sufficienti alla vita e allo sviluppo dello Scotano.

Il disfacimento, infatti, di coteste roccie produce un terreno calcareo, un poco argilloso e ferruginoso, che rapidamente assorbe l'acqua, la quale poi a sua volta si perde tra le fenditure di stratificazione, e, meglio, tra le numerose fenditure accidentali che si riscontrano nel sottostante calcare. Le condizioni accennate sono appunto quelle che l'esperienza ha dimostrato proficue per la vegetazione del nostro arbusto.

§. 5. — Proprietà ed usi del Rhus Cotinus (L).

Il corpo legnoso o xilema del *Rhus Cotinus* (L.) è duro e compatto, nella sua sezione trasversale mostra i fasci come piccoli punti ed i raggi midollari appena accennati.

L'alburno è bianco o bianco-bigio, il duramen presenta striscie concentriche giallo-dorate con altre verde bruno, che dividono gli strati annuali. Ciò forma una venatura assai appariscente, massime, quando questo legno sia stato ben pulimentato. È atto per costruire alcuni istrumenti musicali come liuti, violini ecc. Gli ebanisti lo usano nei loro lavori in mosaico ed i tornitori lo ricercano per farne vasi, colonnine ed altri mobili.

Questo legno tagliuzzato in piccoli pezzi, conosciuto dai tintori sotto il nome di legno giallo d'Ungheria, serve ottimamente ai nostri montanari per tingere le proprie stoffe ottenendo, con esso, varie gradazioni di colore. Infatti nella tavola che unii alla mia tesi presentata agli esami di Laurea, si potevano vedere le diverse colorazioni ottenute sulla lana bollita nella decozione di tal legno con l'aggiunta dei vari mordenti.

Tale proprietà era conosciuta sino dai tempi di Plinio ed egli ci lascia scritto: " Ad linamenta modo conchyli colore insignis ".

La Casa di Nowak e Benda di Praga fabbrica da questo legno un estratto colorante chiamato *cotinina.*

I Nowak e K. Benda nel giornale politecnico di Dingler (Parigi) in un loro articolo intitolato " Die Bercitung des Morius und Cotonins " descrivono il metodo usato nella loro fabbrica per preparare tale estratto.

Essi fanno bollire circa 200 Kg. di legno grattugiato in 500 litri di acqua. Decantano il decotto, aggiungono Kg. 4,50 carbonato sodico e lo fanno bollire sino a che non abbia acquistata la densità di 1,0411 ed a questo punto filtrano per riprendere sul filtro la sostanza colorante precipitatasi.

Il liquido filtrato lo trattano nuovamente con carbonato di soda, per ottenere nuovo precipitato, filtrano ecc. L'insieme dei precipitati, li seccano, li macinano e li mettono in commercio sotto forma di fine polvere. La *cotinina* è una polvere bruno-verdastra libera da resina e dalle altre materie estrat-

tive, ha un potere colorante 60 volte maggiore di quello del legno ed i tuoni di tinte, che con essa si ottengono, sono più puri.

La sostanza colorante di questo legno è la FISETINA, che vi si trova sotto forma di *tannide,* speciale combinazione di un *tannino* con un *glucoside.*

Anche le radici e la corteccia di questo arbusto hanno proprietà coloranti come il legno. La decozione dei grappoli pure si adopera in tintoria, per preparare le stoffe, che bollite in esse acquistano la proprietà di ritener meglio alcune tinte.

Tutte le parti di questo arbusto sono ricche di acido tannico; ma la maggior ricchezza risiede nelle foglie e nella corteccia delle sue parti giovani, le quali triturate si dicono *fogliarola* e servono ottimamente alla concia delle pelli. Ed è tanto pronta la loro azione che in 10 o 12 ore si concia una pelle di ovino e in 8 giorni quella di un bovino, per la quale con corteccia di quercia occorrerebbero almeno 4 a 5 mesi. La concia che si vuol eseguire con la fogliarola è quella che presso di noi si dice *concia in trippa.* Ossia le pelli, dopo di aver subìto tutte le operazioni preparatorie al tannaggio, si ricuciono per i loro margini in modo da formare di ciascuna una specie di sacco che si riempie di Scotano. La quantità occorrente di esso è di circa 20 Kg. per pelle bovina e per quella ovina varia da 1500 grammi a 2000. Queste pelli ripiene di materia conciante, si pongono in serie, ritte, con i loro orifizi all'insù, entro vasche in muratura. Quindi si comincia a versare su ciascuna l'acqua bollente, sino a che, nella vasca l'acqua uscita dalle pelli non giunga quasi a coprire il limite superiore di esse. Quando quest'acqua, che per essere filtrata attraverso lo Scotano porterà con sè disciolta buona quantità di tannino, si sarà raffreddata, se ne riprende porzione di essa, la si fa bollire in una caldaia attigua e si versa quindi nuovamente entro le pelli. Questa operazione non si ripete più di una volta; ma, durante tutto il tempo della concia, il liquido della vasca si va riversando continuamente entro i singoli sacchi di pelle, con apposito secchiello, fornito di un manico orizzontale e lungo. Come sopra si è detto, le pelli di ovini non vi si fanno rimanere più di 10 o 12 ore e da queste si ottengono, confezionandole ulteriormente, i così detti biancolatti. In soli 8

giorni di bagno nell' infuso di Scotano, le pelli bovine hanno completamente subìta l'azione tannante.

Tale sistema di concia dà ad esse una spiccatissima proprietà di assorbire in sè il sego fuso. Quindi nelle operazioni ulteriori, che esse dopo il tannaggio debbono subìre, e fra le quali è principale l'*incorporamento* delle pelli od ingrasso delle medesime, si usa, molto economicamente, piuttosto che l' olio di pesce, il sego. Queste così conciate e confezionate vanno in commercio, sulle nostre piazze, con il nome di *manzi*. Il loro peso varia dai 10 ai 4 Kg. ed il loro prezzo è di circa L. 4 il Kg. I *manzi* sono cuoiami abbastanza pastosi impermeabili all' acqua, non attaccati da insetti, difficilmente screpolano e si rompono, e sono di grande durata. La classe agricola, specialmente quella di montagna, li ricerca, giacchè le loro calzature, costruite con qualunque altro cuoiame, in pochi giorni sarebbero corrose, mentre quelle fabbricate con *manzo* durano loro per più anni.

Torno a ripetere, che la concia allo Scotano, oltre a dare buona merce, e di facile vendita, si eseguisce molto rapidamente e credo che la grande economia di tempo da sè sola, basti a darle vantaggio e superiorità su tutte le altre concie, fatte con le diverse corteccie.

Oltre alle sostanze tanniche che riescono, come abbiamo detto, di giovamento nella concia e nella tintoria, il *Rhus Cotinus* (L.) contiene pure delle sostanze resinose. Se, difatti, in primavera si praticano, sulla corteccia di esso, delle incisioni longitudinali, ne scola un lattice, che si rapprende in una massa solida, gialliccia, resinosa ed aromatica, che potrebbe forse servire da vernice.

A titolo di curiosità da ultimo accenniamo che il *Rhus Cotinus* (L.) ha un capitolo importante nella storia della medicina empirica ed in quella positiva. Troviamo che, oggidì, la decozione dei grappoli viene consigliata per frenare i flussi di sangue; se la decozione si fa nel vino allora, secondo Duhamel, servirebbe a calmare le infiammazioni delle emorroidi. Altri credono che le drupe cotte nel riso giovano alle dissenterie croniche. Finalmente la corteccia ha proprietà febbrifughe assai spiccate e da molto tempo riconosciute (Edouard Spach) [1]

---

[1] His. Nat. des Vegetaux, V. 2°, p. 210.

talchè havvi chi (Zsoldos) la propose quale succedaneo alla corteccia di China.

Nella antichità lo Scotano ebbe pure molteplici applicazioni nella medicina e negli usi domestici, come dimostra Plinio nel libro XXIV, Capitolo XI della sua Istoria Naturale. Egli infatti scrive che le drupe di questo arbusto hanno virtù astringenti e rinfrescanti, che, ai suoi tempi, si usava aspergere, invece del sale, sulle vivande, che miste al silfio rendono più gradevole ogni genere di carne, che miste a miele danno una specie di unguento, ottimo a guarire le ulceri, le asperità della lingua, le battiture, le lividure e le escoriazioni, a far cicatrizzare prontamente le pustole del capo, e preso come cibo è atto a fermare le soverchie purghe delle donne. Lo stesso Plinio nel libro XXIII, Capitolo XXVII ci dice, che il decotto delle radici, bevuto, in giorni alterni, apporta giovamento nella malattia dei calcoli renali e nell'ematuria.

§. 6. — Ove si utilizza il Rhus Cotinus (L.) quale prodotto forestale.

L'epoca a cui risalga l'utilizzazione dello Scotano, quale materia conciante, non saprei precisare; so solo che nelle Marche, nella Romagna, nell'Umbria e nel Veneto da gran tempo si usano le sue foglie nell'arte della concia delle pelli.

Ed in queste regioni la raccolta dello Scotano, che cresce spontaneo nei boschi, eseguita da donne e da fanciulli dà campo ad un'industria abbastanza lucrativa per quelle famiglie che vi si dedicano. Questo prodotto forestale viene adoperato in Italia nelle locali concerìe ed è anche esportato.

L'Inghilterra anni addietro ne importava grande quantità; ma essa ora va restringendo tale importazione, a causa delle miscele, che i raccoglitori, per frode, fanno con foglie e parti legnose di altre essenze. A Trieste e nella Dalmazia non mancano concerìe che usino *sommacco veneziano* o foglia di Scotano. In Russia ed in Bulgaria esso è adoperato a speciali concie.

L'Ungheria è la regione che fornisce in maggior quantità il legno di questo arbusto quale materia colorante per le tintorìe; ed è per questo che in commercio ha il nome di *legno giallo d'Ungheria.* Ma il più pregiato è quello fornitoci dalla Grecia e dalle isole Joniche.

§. 7. – La coltura del Rhus Cotinus (L.) nel Camerinese.

I. — Estensione della coltura.

Sui poggi e sul basso delle montagne degli Appennini camerinesi, qualche volta anche ad altezze di 600 metri circa sul livello del mare, non è raro incontrarsi in luoghi ripieni di Scotano coltivato, distinti dai paesani col nome di *scotanare*. Ma se esse non sono rare certo il loro impianto non è esteso quanto dovrebbe esserlo, giacchè in tutto il circondario circa soli 550 ettari di superficie sono occupati da scotanare, mentre parecchie altre migliaia chieggono di essere utilizzate per esse.

II. — Origine della coltura.

Questa coltivazione si cominciò ad esercitare sul principio del secolo XVII allorquando, in Caldarola, un mandamento del circondario camerinese, si istituì un opificio di concerìa, ed aumentata così la richiesta di materia conciante, oltre all'andare a raccogliere nei boschi lo Scotano che vi cresce spontaneo si pensò di farlo oggetto di coltura a parte.

III. — Terreno da adibirsi a tale coltura.

Il terreno del quale giovasi meglio lo Scotano è quello che nel clima del nostro territorio camerinese meno si presta ad altre colture e comunemente ad essa vengono adibiti terreni aridi, brecciosi, calcari rossi, terreni sterili, che coltivati a grano od anche a segala con un anno di maggese ed anche uno di riposo non riescono a coprire col prodotto le spese di coltura.

Lo Scotano si accontenta di terreno sterile, ma lo vuole sciolto, non argilloso nè eccessivamente sabbioso, preferibilmente sassoso, sempre ricco di calce e sollecito ad asciugarsi dopo le piogge. Vegeta pure nei terreni argillosi e fertili, purchè tal fertilità non vada accompagnata da un soverchio ristagno di umidità intorno alle radici. Il quale ristagno può anzi

in qualche caso farlo vegetare rigogliosamente, in apparenza, causandone però la sua corta esistenza ed il prodotto scadente. Lo Scotano che vegeta in terreni calcarei ed aridi, che in apparenza sembra meno rigoglioso di quello che si coltiva in terreni fertilissimi, dà veramente una minor quantità di foglia in volume; ma questa foglia è più olezzante, più ricca di tannino, e quindi le sue qualità concianti, per le quali è ricercata in commercio, sono maggiori, e non solo, ma questa stessa foglia i cui tessuti sono meno acquosi disseccata risulta anche più pesante dell' altra. Prendendo due volumi uguali di foglia fresca di Scotano l' uno prodotto su terreno fertile e fresco, e l'altro su terreno sterile e caldo, e pesandoli dopo averli disseccati entrambi all'aria troveremo maggiore il peso di quello prodotto in questo ultimo terreno.

Sicchè vendendosi il prodotto dello Scotano a peso e non già a volume, la sua pomposa vegetazione che affetta in terreni freschi non è che illusoria, effimera, e mal regge il confronto del modesto lussoreggiare che presenta in terreni calcarei asciutti. Un buon terreno per lo Scotano non si deve mai valutare dal modo apparente con cui vi cresce, ma dal peso della foglia disseccata che in esso si produce.

Il Cotino vegeta meglio ed ha vita più lunga nei terreni inclinati (non eccessivamente però) che nei pianeggianti, giacchè questo arbusto è sempre nemico dell' umidità. Per questa medesima ragione predilige i terreni esposti a mezzogiorno.

IV. — Moltiplicazione e propagazione dello Scotano.

Questo arboscello può essere propagato per semi e per margotti. Ma il sistema più usato è di andare a svellere le giovani pianticine nei boschi ove sono spontanee. Ciò ha degli inconvenienti non leggieri; poichè essendo pianticine sviluppate fra cespugli di piante diverse le più volte cresciute prive di raggi solari nella mancanza di luce e nella scarsezza di alimento loro sottratto dalle altre essenze, non avranno potuto avere che una meschina vegetazione, quindi difettano di robustezza, nel trapiantamento moltissime ne periscono. La moltiplicazione per margotti anche essa in pratica ha dato pochi buoni risultati e può usarsi solo da chi già possiede altre scotanare, e consiste

nel disporre a divenir piante quelle verbene che sarebbero tagliate in agosto ammonticchiando loro intorno, appunto in questo mese, della terra come suol farsi di altre piante.

Rincalzandole poi in primavera esse mettono fuori tante radici che in autunno o primavera del secondo anno staccate dal cesto antico si potranno trapiantare.

Semenzaio. — Solo da alcuni e con loro grande utilità si usa la propagazione per semina.

Essi, raccolti i semi dalle pannocchie, li spargono nel marzo veniente in terreno sciolto e calcare già preparato all' uopo, cioè che sia stato vangato a circa 30 cm. di profondità, leggermente concimato con stallatico ben maturo, e sia stato quindi convenientemente spianato. Sparsa dunque questa semenza, la interrano quindi con granate di rusco o piccoli rastelli di legno, avendo cura di ricoprirla con strato di terra di uno spessore dai 15 ai 20 mm., secondo la natura del terreno. Un litro di piccole drupe bastano a seminare 30 m. q. di superficie da cui si avranno oltre a 4000 piantine. Questo vivaio va irrorato frequentemente, per il che la germinazione non tarda più di due mesi e nell' autunno dell' anno medesimo già le belle pianticine hanno circa 15 cm. di altezza, e sono in assetto da essere trapiantate stabilmente nelle fossette della predisposta scotanara. È assai facile l' intender quanto prevalga sugli altri metodi il costituire le scotanare con le piantine ottenute da seme in tal guisa. Ben altro è il piantoncino tolto dai vivai, sanissimo, fornito di tutte le sue radichette e del fittoncino, ancora vigoroso e forte di fusticino; di quello che il margotto o la piantina sviluppata, chi sa come, tra i cespugli di piantine diverse, che oltre all' essere mingherlina è anche sempre difettosa delle migliori radici, stracciate collo svellerla dall' incolto suolo.

E l' esperienza ha dimostrato che le scotanare create per seminazione sviluppano con vegetazione più pronta e più rigogliosa, conservano più lungamente i proliferi ceppi, quindi mantengono per un maggior numero di anni l' integrità e la gagliardìa di tutta la piantagione e finalmente, ciò che più importa, anticipano di un anno il primo prodotto, potendosi tagliare, non dopo tre anni, ma bensì dopo 2 ed aumentano quasi del doppio la produzione degli anni seguenti.

V. — Impianto della scotanara.

Lavori preparatori. — Scelto il terreno che si vuol stabilire a scotanara, in autunno oppure in inverno vi si fa il dissodamento, lavoro di preparazione all' impianto, profondo circa 30 centimetri e che si eseguisce coll' aratro, se l' indole del terreno lo permette o in caso contrario con zapponi. Nell' eseguire il dissodamento bisogna aver gran cura di asportare dal terreno tutte le radici di altre essenze che in esso si rinvengono.

Distanza fra i ceppi. — Misurata la superficie, e stabilita la distanza che si vuol far passare fra una pianta e l' altra, distanza che può variare dai 65 ai 75 cm. (sempre preferibile quest' ultima), si fa il calcolo del numero delle pianticine occorrenti e si cerca di provvederle per il mese di marzo, epoca in cui si eseguisce la piantagione.

Scelta delle piantine. — Nel piantare una scotanara non si deve trascurare la buona scelta delle piantine che debbono formarla, per assicurarne la miglior riuscita possibile nell' avvenire. Da esse bisogna escludere le troppo esili, quelle povere di barbe radicali e che presentano nelle radici un inviluppo bianco sericeo.

Acconciatura delle piantine. — Fatta la scelta delle piantine, necessarie, quelle che hanno un solo fusticino si riuniscono in mazzetti di 3 o 4 od anche 5 per ottenere un cesto più produttivo, e tutti si accomodano secondo ottima pratica coll' avvincerne a guisa di fastellino i propri ramoscelli, e ritorcerne le cime verso la radice. Tale acconciatura non va trascurata poichè da essa ne risulta che, nel successivo crescere, la pianta getta i rampolli vicino terra, cosa vantaggiosissima per la felice riuscita delle scotanare.

Messa a posto delle piantine. — Ciò fatto, di mano in mano che un operaio armato di zappa o badile apre delle buche profonde circa 20 o 25 cm. e poco meno larghe alla distanza prestabilita ed allienate più che può, un altro operaio vi colloca ritta in ciascuna una pianticella o mazzetto di esse. Ne getta addosso della polvere già preparata innanzi e portata da altro terreno, o la terra più fine che colla mano può scernere, ve la adatta e la calza intorno alle radici. Termina poi col riem-

pire le formelle con la terra del campo, avendo cura di far sporgere dal suolo 4 o 5 cm. i fusticini.

Non tutti piantano di nuovo una scotanara, ma vi sono alcuni dei nostri montanari che costumano di scuotere invece quei tratti di bosco ove qua e là sorge spontaneo l'arbusto. Rispettano tutte le piante di quest'essenza ne coricano e ricoprono poi di terra i ramoscelli più lunghi lasciandone allo scoperto le cime. Così per il pronto dilatarsi dello scotano in terreno smosso e lavorato, giungono con più sollecitudine e minor spesa ad ottenere l'intento, è vero, ma essi non avranno tolte dal terreno tutte le radici delle altre piante preesistenti ed anche nell'avvenire non vi potranno eseguire i lavori di coltura tanto facilmente quanto in scotanare piantate di nuovo in cui tutte le piante sono più o meno equidistanti ed in filari.

VI. — Durata, avvicendamento e consociazione.

Durata. — Stabilita la scotanara con uno dei metodi sopra esposti, si conserva bella e rigogliosa per circa mezzo secolo. Dopo di che comincia ad invecchiare, deteriora e diminuisce la quantità del prodotto. Vi si vedranno cesti intristiti e vi si cominceranno a formare dei vani, allora la scotanara ha bisogno di essere ringiovanita.

Avvicendamento. — Lo Scotano non ha bisogno di avvicendamento, succede ottimamente a sè stesso; si rimpiazzano quindi i vuoti, si sostituiscono i troppo inveterati cesti con nuove piantine, se la si vuol far proseguire con profitto ed utile dell'agricoltore. Allorchè la scotanara è invecchiata, vi è chi suole disfarla completamente e coltivarvi per uno o più anni grano o segala alternando con pascolo e maggese, e poi ripiantarla di nuovo come se mai vi fosse esistita.

Consociazione. — Lo Scotano non si usa consociare a nessuna altra pianta. L'erbacee non potrebbero viverci che stentatamente e senza dare alcun profitto essendo già il terreno di natura sterile. La consociazione poi con piante arboree od arbustive è sconsigliabilissima, perchè il Cotino vuol risentire direttamente la benefica influenza dei raggi solari, e adombrato soffre degli stessi inconvenienti che cresciuto in terreni freschi e compatti.

Una delle ragioni della superiorità del prodotto dello Scotano

coltivato in appartate scotanare su quello raccolto nei boschi, è appunto l'adombramento a cui questo è sottoposto dalla presenza delle altre essenze che lo sovrastano.

VII. — Cure culturali e concimazione.

Cure culturali. — La scotanara non richiede gran che in fatto di cure culturali, le quali debbono esser dirette a mantenere il terreno soffice e netto dalle erbe. Si eseguiscono o con la zappa, oppure con l'aratro tirato da buoi, allorquando il terreno lo permette, e la scotanara impiantata di nuovo sia con le piante più o meno disposte in filari e con distanze sopra indicate. In tali condizioni si può far scorrere negli interfilari il nostro aratro di montagna, che costituito da un vomere seguito da due orecchiette, funziona da rincalzatore e per le sue dimensioni non si approfondisce più di 15 cm.

I buoi che lo tirano possono a tutt'agio senza calpestare le piante, camminare negli interfilari laterali a quello ove si apre il solco. È da notare, che se la aratura ha il vantaggio economico sulla zappatura, questa poi ha imparagonabile superiorità nella perfetta esecuzione del lavoro, essendo la zappa guidata dall' intelligenza. Nell' anno dell' impianto la scotanara non richiede altro che una zappatura, che si eseguisce 3 o 4 mesi dopo della messa a posto delle giovani pianticine, ossia in giugno od ai primi di luglio. V' ha poi chi nell' agosto di questo stesso anno eseguisce anche la pota o primo taglio, per utilizzare i ramoscelli e le foglie come primo prodotto.

Essa consiste nel togliere tutti i rami alla pianta, ossia nel capitozzarla. È bene però eseguire questa pota nel febbraio dell'anno seguente, poichè il primo prodotto, che è scarsissimo, trascurato nel primo anno ci viene pagato ad usura da quello del secondo e dei successivi. La stagione più propizia alla pota è quella in cui la vegetazione è sospesa, le piante potate in agosto non se ne avvantaggiano certamente. E se in tale coltura le ragioni economiche vogliono che si abbia da recidere i rami dello Scotano proprio sotto gli ardori della canicola, per avere il prodotto commerciale atto alla concia, rispettiamo almeno nel primo anno le giovani pianticine per averne quindi ceppi più robusti e duraturi. Nel secondo anno

fatta la potatura 10 o 15 giorni dopo, od anche ai primi d'aprile, si rimuove il terreno, eseguendovi una buona zappatura, e questa operazione ottimamente potrà esser ripetuta in agosto dopo fatto il raccolto. Nei successivi anni pure non si fa altro che zappettare il terreno, ed in generale, con una sola zappatura, eseguita nel mese di maggio o giugno. Avvi però chi ne pratica una sola ogni due anni. In ciò deve guidarci oltre alla natura del terreno e l'invasione in esso della vegetazione spontanea, il tornaconto economico.

Concimazione. — Questa cultura non richiede alcuna concimazione, poichè a differenza di tutte le altre non se ne avvantaggia. Il concime, dato in piccola proporzione, è quasi inavvertito dallo Scotano, tantochè l'aumento di produzione di esso non giunge ad uguagliare le spese di concimazione, e si rileva quindi una perdita economica. Dato poi in abbondanza il resultato economico è anche più inferiore, giacchè per la freschezza che esso concime induce nel terreno, il Cotino avrà i suoi tessuti molto acquosi, e ciò darà un prodotto scadente, di minor peso e più povero in tannino.

Naturalmente, in ciò che si è detto, noi intendiamo la concimazione fatta con l'usuale stallatico, non potendo nulla asserire in riguardo alle altre concimazioni, non pur anco sperimentate nelle nostre scotanare.

VIII. — Raccolta del prodotto.

L'epoca della raccolta è il mese di agosto, ed i nostri montanari sogliono farla allorchè le foglie basilari cominciano ad arrossare, essendo, secondo essi, quello il tempo in cui ottengono la maggior quantità di prodotto e di miglior qualità.

Era mio intendimento fare uno studio in proposito per veder se questo momento coincide veramente con la maturazione economica. Non potendo farlo da me, poichè durante il tempo opportuno mi trovava lontano dal mio paese, diedi incarico di raccoglier delle foglie di 5 in 5 giorni. Contro le mie prescrizioni però, esse non solo non furono raccolte da un unico cespuglio, od almeno da quelli di una limitata zona della medesima scotanara, ma lo furono anche in località diverse. Per la mancanza quindi di giusti campioni debbo riserbare ad altro tempo consimili esperienze.

Allorchè adunque lo Scotano incomincia ad arrossire, si va nelle scotanare a tagliare i suoi ramoscelli, o come dicono i contadini a *mieterlo.* Questa operazione è generalmente affidata alle donne e nell' eseguirla si adopera un falcetto di grandezza più piccolo, ma di forma del tutto simile alla falce da segar biade, oppure una semplice roncola. I tagli vanno fatti rasente alla ceppaia.

Colla sinistra si prendono i ramoscelli e colla destra si striscia il ferro dal di fuori all' indentro e dal basso in alto, in modo da avere i tagli abbastanza inclinati, allo scopo di evitare il ristagno delle piogge e delle rugiade sulle parti recise, che inevitabilmente produrrebbe, col tempo, la anticipata carie del legno. I ramoscelli più lunghi vengono riuniti e legati in fascetti. Gli altri più minuti le donne se li ripongono nella gonna rimboccata o in un piccolo sacco che si tengono appresso al fianco; e quando ve ne hanno accumulati una buona fatta vanno a riversarli entro ceste od altri sacchi più grandi. Alla sera tutto il raccolto del giorno vien riportato a casa, porzione dalle donne medesime che lo hanno mietuto, e l' altra porzione con animali da soma o con barroccio tirato da buoi.

IX. — Tecnologia e conservazione del prodotto.

Disseccamento. — Nel dì seguente alla raccolta si comincia il disseccamento. Si spandono sull' aia tutti i ramoscelli, slegando quelli che erano legati in uno strato, non molto alto, che conviene frequentemente rivoltare, massime quando il sole è molto cocente. Perchè in caso contrario l' azione prolungata dei raggi solari sullo strato superficiale deteriora in esso grandemente il prodotto, in quanto le foglie da fresche avvizziscono subito, *si cessano,* come dicono i nostri montanari, cioè diventano bianchiccie, perdendo quel colore verde ricercato nel commercio, e che mantengono sempre se continuamente smosse.

Bisogna badare che non lo colga la pioggia, durante il disseccamento, massime poi quando è già inoltrato; giacchè essa ne trasporterebbe fuori in rigagnoli nerastri il principio tannico che contiene. La foglia già disseccata colta da pioggia perde notevolmente di peso (circa il 20 %), perde il suo aroma e il suo colorito normale, visibili a colpo d'occhio ai commercianti

di tale prodotto, i quali da tali caratteri esterni ne giudicano la qualità. Allorchè dunque il cielo si ricopre di nubi e minaccia pioggia si deve sollecitamente collocare lo Scotano al coperto sotto qualche tettoia. Quivi pure bisogna essere accorti e rivolgerlo almeno due volte al giorno, perchè se non è ancora completamente asciutto potrebbe riscaldarsi, fermentare, ed ingiallire, scemando di pregio, col perdere la *possanza,* secondo il linguaggio dei nostri contadini.

Il disseccamento si compie in media in 4 o 5 giorni ed è completo quando tutto lo Scotano è divenuto talmente arido da potersi facilmente triturare.

Trebbiatura. — Ridotto adunque lo Scotano alla giusta secchezza non si tarda a batterlo col correggiato o frusto. Questo istrumento si compone di un'asta di 4 cm. di diametro, lunga un 2 m., alla testa della quale per mezzo di un pezzo di fune si articola un grosso bastone nodoso, lungo circa 80 cm.

Si dispone lo Scotano a strato sull'aia. Un numero di uomini od anche di donne proporzionato all' estensione ed alla massa si dispone in 2 file, una di fronte all'altra e vi batte gagliardamente i correggiati. I colpi dell'una fila debbono cadere alternati con quelli della seconda, cioè mentre da una parte si abbassano i frusti, dall' altra si innalzano, seguendo un ritmo uniforme e cadenzato come il battere dei martelli dei fabbri sull' incudine. Ciò per evitare l'incontro dei bastoni, i quali, oltre al rompersi, deviando dalla loro direzione, potrebbero andare a colpire sul capo di chi li maneggia. Uno o più operai armati di palmola o tridente di legno regolano la trebbiatura, tirando fuori la foglia triturata ed accumulandone sempre della nuova verso il centro dell'aia o zona di battitura. Questa operazione col beneficio dell'atmosfera calda e del chiarore di luna può eseguirsi anche di notte.

La trebbiatura continua finchè le foglie con i loro picciuoli non si sieno disgiunte dai rami e triturate, dopo di ciò si separa la foglia triturata dai ramoscelli più o meno rotti, questi e quella si ripongono in magazzino arioso ed asciutto dove si lascia sino al novembre o al dicembre. In questi mesi si riporta sull'aia la *frasca* come volgarmente si chiamano i ramoscelli, e nuovamente si batte col correggiato. Tanto più l'aria è rigida e più intensi sono i geli, e tanto più la tritu-

razione è facile. In tale operazione di trituramento dei ramoscelli si può avvantaggiarsi utilmente dei trinciaforaggi, ed anzi v' ha chi, senza sottoporla all'azione del correggiato, trincia la frasca con tali istrumenti. Questa frasca in un modo o nell' altro triturata, si mescola colla foglia, e questa miscela è il prodotto commerciale che può usarsi nelle concie, così direttamente, oppure dopo essere stata molita.

Aia. — L' aia su cui si eseguisce la trebbiatura deve essere preferibilmente riparata dai venti, affinchè questi non ne abbiano a disperdere la parte più leggiera che è anche la più pregievole. Inoltre poi è indispensabile che essa sia perfettamente ammattonata o lastricata, affinchè durante la trebbiatura la terra non si mescoli allo Scotano. I conciatori decisamente rifiutano il prodotto che contenga della terra, giacchè questa, non solo ne aumenta eccessivamente il peso, ma nella concia riesce dannosa ai cuoi. Per accertarsi della presenza di essa si ricorre ad un espediente pratico e facilissimo; cioè si getta porzione di Scotano nell' acqua limpida; se è puro galleggia totalmente, senza che nulla si depositi; ma se contiene terra questa si vede calare a fondo.

Follatura. — Per l' addietro si usava eseguire dagli stessi produttori la *follatura* dello Scotano, ossia una specie di molitura. I nostri montanari la compivano in una specie di madia scavata in un grosso tronco di quercia che ha il nome di *trocco* o *pila;* che in generale suol essere capace di circa 40 Kg. di Scotano. Ve ne sono però anche delle maggiori, sino a contenerne 100 Kg., come io ne ho viste. L'operazione si compie da due robusti giovani situati di faccia, i quali alternando gravi colpi entro la pila con mazzuoli di legno a lungo manico ed a testa armata di chiodi, oppure con mazzapicchi o magli alti circa metri due alquanto ricurvi, a manubrio corto, inseriti a due terzi della loro altezza e colla testa armata anche di coltelli. Se per caso lo Scotano non fosse stato ben arido, allora si chiudeva nel forno, occorreva però avere grande accortezza affinchè il soverchio calore non lo annerisse e lo rendesse quindi inservibile.

Conservazione. — La conservazione dello Scotano è bene sia fatta entro i sacchi, perchè abbia a perdere il meno possibile il suo odore caratteristico. I magazzini dove si ammonticchiano

questi sacchi, che in generale hanno la capacità di 100 Kg., debbono essere perfettamente asciutti, difesi, con buone imposte ed ottimo tetto, dall'imperversare delle meteore. È preferibile poi che essi non siano a piano terra; poichè il contatto immediato del pavimento col terreno, suol sempre mantenere alquanta umidità, che può fare annerire e fermentare lo Scotano dello strato inferiore dei sacchi a contatto col suolo.

Questo prodotto, anche in ottimo magazzino, oltre un anno di conservazione perde da sè stesso le sue qualità e lo Scotano vecchio si vende sempre a prezzo più basso.

Lo smercio di tale prodotto si fa trasportandolo insaccato nei paesi vicini ove esistono concerìe, come a Camerino, a Caldarola, a San Severino, a Tolentino, a Matelica, alla Pergola, a Fabriano, a Jesi, in Ancona ecc. ecc. e persino si spedisce anche a Roma.

X. — Produzione.

Come altrove si è detto la superficie coltivata a Scotano nel territorio camerinese non arriva ai 550 ettari, dando annualmente una produzione media di circa 6000 quintali di fogliarola, ma in anni in cui la stagione corra piuttosto asciutta essa aumenta anche di $^1/_5$. Il valore della fogliarola, anni addietro, era salito a 16 ed anche 17 lire il quintale, attualmente è di L. 10. Sicchè la somma che si ritrae ora dallo Scotano è di circa L. 60000 annue. I paesi ove maggiormente se ne produce sono quelli di Serrapetrona, Belforte, Valcimarra, Aria, Pozzuolo, Statte, Valdiea, Fiersa, Caldarola, Pievefavera, Castel S. Venanzo ecc. Quest'ultimo paesello, piccola frazione di 380 abitanti, ritrae annualmente dallo smercio dello Scotano quasi L. 4300.

XI. — Ragguaglio economico della coltura.

Nel fare il presente ragguaglio economico mi riferisco ad un terreno di media produzione, la quale come si è detto sopra è di 12 quintali di fogliarola all'ettaro, dal quale calcolando a L. 10 il quintale si avrà il prodotto lordo di L. 120.

Per un Ettaro di scotanara.

SPESE D' IMPIANTO.

N.° 55000 piantine occorrenti per un ettaro di superficie [1] a L. 1, 00 il migliaio (tale essendo il loro costo quando vengono prodotte in vivaio)	L.	55, 00
Dissodamento o lavoro preparatorio all'impianto n.° 50 giornate a L. 1, 00	„	50, 00
Messa a posto delle piantine n.° 16 giornate (Idem)	„	16, 00
Potatura n.° 6 giornate	„	6, 00
Zappatura dell'anno d'impianto eseguita da donne con 16 giornate a L. 0, 60	„	9, 60
Spese generali ed impreviste compreso il rimpiazzamento dei germogli periti	„	20, 00
Totale delle spese d'impianto	L.	156, 60

SPESE ANNUE.

Zappatura (come sopra) . . . . ; .	L.	9, 60
Raccolto eseguito da donne in n.° 12 giornate a L. 0, 70	„	8, 40
Trasporto del prodotto dal campo all'aia, che viene eseguito in gran parte dalle stesse donne che oprano il raccolto	„	3, 00
Trebbiatura della frasca con trinciaforaggi . . .	„	3, 00
Trebbiatura n.° 5 giornate a L. 1, 20	„	6, 00
Deterioramento degli attrezzi	„	5, 00
Totale delle spese annue da riportarsi	L.	35, 00

[1] Circa 2400 formelle per ettaro.

Riporto . . . L. 35, 00

Si aggiungono:

Interessi di L. 35 — per 6 mesi al 5 % quali frutti di anticipazioni colturali	L.	0, 87
Interessi del capitale d'impianto al 5 % (L. 156, 60 al 5 %)	"	7, 83
Quota di ammortizzamento delle spese d'impianto: $\left(A=\frac{156{,}60(1+0{,}05)^{50}+0{,}05}{(1+0{,}05)^{50}-1}\right)=$	"	8, 58
Infortunii 3 % sul prodotto lordo	"	4, 00
Spese di sorveglianza, di amministrazione, generali e diverse 3 % sul prodotto lordo . . .	"	4, 00
Imposta fondiaria (estimo L. 12, 00; aliquota 28 %)	"	3, 36
Totale del passivo	L.	63, 64

Attivo	L.	120, 00
Passivo	"	63, 64
Utile	L.	56, 36

Considerazioni. — La rendita netta annuale di una scotanara nelle condizioni suddette è quindi di L. 56, 36 per ettaro; cioè un ettaro di terreno colla nostra coltura potrebbe computarsi del valore di L. 1127, 20, quante se ne ottengono capitalizzando, al 100 per 5, l'anzidetta rendita.

Se si considera ora che i terreni di montagna nudi o rivestiti di sola boscaglia valgono da noi al massimo dalle duecento alle trecento lire per ogni ettaro, si rileva che riducendoli a scotanare il valore di essi sarebbe più che triplicato, e che quindi la coltura a Scotano, che richiede limitatissime spese d'impianto e coltivazione, è altamente rimuneratrice.

§. 8. — **Ricchezza in tannino.**

Prima di eseguire le determinazioni quì appresso, mi rivolsi al chiarissimo prof. Fausto Sestini, affinchè mi suggerisse il metodo più esatto per il dosamento del tannino. Mercè i suoi autorevoli consigli e mercè i libri che egli pose a mia disposizione, fui in grado di sapere che, sino ad ora, a tale scopo non esiste metodo veramente preciso, e che quello di Löwenthal modificato da Monièr, generalmente usato, è meno deficiente degli altri, come opina la maggior parte dei chimici.

Pur tuttavia essendo di comune uso, specialmente presso i chimici inglesi, i metodi proposti da Davy e da Gerland, nelle mie analisi seguii, su diversi saggi, questi e quello.

Volevo seguire il metodo volumetrico con gelatina proposto dal chiarissimo prof. Sestini (saggio di analisi volumetrica, Firenze 1863), che certamente avrebbe dato i migliori risultati; ma non lo potei perchè esso presenta difficoltà superabili solo da chi ha pratica di laboratorio di gran lunga superiore alla mia.

Nel seguente specchio si leggono i resultati da me ottenuti.

TANNINO PERCENTUALE

Num. d'ordine	SOSTANZE		Metodo Löwenthal e Moniér		Metodo Davy				Metodo Gerland	
					Con pelle in polvere		Con gelatine			
			Tannino °/₀ in peso		Tannino °/₀ in peso		Tannino °/₀ in peso		Tannino °/₀ in peso	
1	Foglie (Foglie e piccioli) di Scotano prodotte su terreno arido e relativamente sterile .	1.° infuso	22, 51		12, 76		11, 32		14, 38	
2		2.° »	21, 93	22, 41	12, 64	12, 86	11, 26	10, 88	14, 76	14, 753
3		3.° »	22, 80		13, 18		10, 08		15, 12	
4	Foglie di Scotano prodotte su terreno fresco .	1.° »	17, 75		9, 64		8, 93		11, 82	
5		2.° »	18, 38	18, 08	11, 03	10, 64	8, 98	9, 03	11, 98	12, 01
6		3.° »	18, 12		11, 27		9, 18		12, 25	
7	Ramoscelli o frasca	1.° »	5, 69		3, 47		3, 31		3, 74	
8	» »	2.° »	6, 23	5, 65	3, 33	3, 18	3, 24	2, 99	3, 46	3, 44
9	» »	3.° »	5, 03		, 76		2, 43		3, 12	
10	Buon prodotto che usualmente vien messo in commercio con il 60 °/₀ in peso circa di frasca	1.° »	12, 74		7, 18		6, 88		8, 22	
11		2.° »	12, 79	12, 81	7, 33	7, 50	7, 12	7, 106	8, 27	8, 29
12		3.° »	12, 92		7, 91		7, 32		8, 38	

Da questi resultati si deduce:

1. Come sia vero quanto si è asserito al paragrafo 7, III (pag. 86), riguardo alla qualità della foglia prodotta sul terreno asciutto e relativamente sterile e di quella su terreno fresco e fertile.

In questa ultima, infatti, qualunque sia il metodo usato, la ricchezza media percentuale in tannino è sempre minore che in quella cresciuta su terreno asciutto e sterile.

2. Come la frasca sia molto più povera in tannino delle foglie e picciuoli, quindi naturalmente la qualità del prodotto commerciale varierà col variare le proporzioni dei due elementi, (frasca e foglia), che costituiscono la mescolanza.

3. Come da buon prodotto commerciale, con il 55 o 60 per cento circa di frasca, pagato a L. 10,00 il quintale, si abbia il tannino (Löwenthal-Monier) in media a L. 0,77 il chilogramma.

§. 9. — **Avversità.**

Vicende meteoriche. — Le brinate sono le meteore più avverse al nostro arbusto, massimamente quando, come suole avvenire in certe contrade, si manifestano a primavera inoltrata, cioè allorchè esso è già provvisto di germogli fogliari. In simili condizioni climatologiche la sua coltivazione riesce del tutto impossibile.

La grandine poi, flagello di qualunque coltura, non risparmia certamente quella di cui ci occupiamo, che anzi, se interviene, ne può distruggere l'intiero prodotto.

Parassiti. — La rusticità di questa pianta vale da sè sola a non farle temere i parassiti vegetali e quelli animali che pure non raramente prendono dimora su di essa.

Così fra i parassiti vegetali del *Rhus Cotinus* (L.) si nota una fanerogama, cioè la specie seguente:

Cuscuta monogina (1), riscontratavi per la prima volta da V. Borbas.

Fra le crittogame:

Septoria Rhoina (Spherioidea-Scolescopora), che produce sulle foglie delle piccole macchie bianchiccie contornate da un margine nero.

---

(1) V. Borbas. Vedi botanisc. Jahrb., vol. XIII, pag. 395.

Phytisma Cotini (Discomyceta-Phacidica. Scolecospora). Attacca essa pure le foglie.

Tutte le specie nominate però non si presentano che rarissimamente.

Fra gli insetti che vivono sullo Scotano avvi:

Calophia rhois, psillideo, rinvenuto la prima volta dal dott. Franz Löw sul *Rhus Cotinus* (L.) e da lui studiato e descritto ([1]). Dapprima egli lo riferì al genere *Psylla* e la chiamò *Psylla rhois*, osservando che tale specie tra tutte le *Psyllae* era quella che presentava minori dimensioni. Da ulteriori studi fatti su esso insetto egli rilevò che le larve sono più appiattite, più larghe e più corte di quelle delle *Psyllae*, da cui diversifica anche per la differente inserzione delle antenne, per modo che fu indotto a farne un genere nuovo, *Calophia*, mantenendo per la specie il nome, precedentemente usato, di *rhois* ([2]). Le immagini di tale insetto svernano nel terreno ed in primavera ricompariscono sulle foglie dello Scotano preferendone la nervatura mediana e disponendovisi in colonie.

Quivi si accoppiano e depongono le uova, dalle quali schiudono le larve, che alla lor volta in giugno si trasformano in insetti perfetti. Le larve sulla pagina inferiore delle foglie, preferendo quelle dei rami più vicino a terra. Le foglie attaccate si aggrinzano e spesso si mostrano rigonfiate e vesciculose.

Questo insetto è ben poco diffuso e dobbiamo augurarci lo sia sempre quanto ora.

Lo stesso Löw osservò a Kalendberg presso Moddling, pure sullo Scotano una *Cecidomia* producente galle, ma senza darle un nome specifico perchè incompletamente studiate ([3]).

Le larve di questa Cecidomia con le loro punture ne deformano i fiori. Il tubo calicino ed i petali divengono carnosi, ingrossati, generalmente di un bel color porpora, e formano, con i margini collegati fra loro, una specie di capsula a parete spessa, oviforme del diametro di mm. 2,5, di cui ciascuna dà ricetto a 3 o 4 larve. Queste, che sono di color bruno-pallido, distrug-

---

([1]) Dott. Franz Löw. Beiträge zur Kenntinis der Psylloden, nelle Verhandl. der k. k. zool. - botan. Gesellschaft in Wien, XXVII B. Jahrg. 1877 (Wien 1878), p. 148.

([2]) Id. Zur Systematik der Psilloden (Ibid. Jahrg. 1878 a p. 598.

([3]) Id. Ueber neue Gall. ecc. (Verhandl. Zool. Bot. Ges. Wien, XXX, 1880).

gono gli organi della fruttificazione e quindi non arrecano che lievissimo danno alla coltura del nostro vegetale.

Possono poi trovarsi sul Cotino individui delle specie:

Capnodis cariosa (Fbr.). Vive nei suoi diversi stati sulle radici e sulle ceppaie. Alquanto nociva.

Clithra paradoxa (Obr.) e *Clithrata xicoruus* (Obr.), Clitridei che attaccano le foglie.

Hylcsinus fraxinus (Fbr.). Attacca esso pure le foglie.

Ed altre, tutti di ben poca importanza.

Da ultimo è necessario far osservare che gli animali domestici tutti rifiutano le foglie dello Scotano; cosicchè anche da questo lato la sua coltura nulla ha a temere.

§. 10. — **Conclusione.**

Ogni regione, ogni angolo d'Italia, tanto diversa nella sua configurazione, varia nella sua struttura geologica e quindi differente nella natura del terreno ed in principal modo del clima, ha per così dire come caratteristica, qualche speciale coltura, che imprime nel luogo una importanza economica ed industriale.

Invero in alcuni poggi della Sicilia vi alligna splendidamente il *Rhus coriaria* (L.) il quale, con i suoi cospicui prodotti, fornisce una materia conciante pregiata da noi ed all'estero.

Al pari dei poggi siciliani l'Appennino camerinese è reso men brullo ed aspro dalla fiorente vegetazione del *Rhus Cotinus* (L.), il quale non posso dispensarmi dal raccomandare agli intelligenti agricoltori, affinchè la sua coltura vieppiù si estenda. Così, oltre al porre riparo, per esso, alla invadente calvizie dei nostri monti, per inconsulti disboscamenti, ci permetterà di utilizzare e di aumentare in valore, per la non trascurabile rendita che ci offre, molti spazi di terreno, i quali, per la loro procurata o naturale sterilità, resterebbero incolti e non ci fornirebbero che un magro pascolo, il quale non renderebbe nemmeno tanto da permettere all'agricoltore di soddisfare alle imposte.

Riflettendo che, in alcune delle nostre località, si preferisce piuttosto privare della propria corteccia rigogliose piante di quercie, per averne materia conciante, sento il bisogno d'imprecare contro questa barbara pratica, che mette a dura prova l'esistenza di una pianta. E se la natura prodigò a questa uno

spesso tessuto corticale è evidente che l'ufficio che questo compie nell'economia vegetale è importante, e quindi l'ignara mano che abusa strappandoglielo deve essere naturalmente ricompensata col decesso di essa pianta. Si convinca adunque l'agricoltore ad allargare per quanto gli sarà dato la coltura di questo arbusto, umile, ma altrettanto utile in diversi rami d'industria, non trascurati nel nostro circondario; si persuada anche che non indifferente sarà il provento che otterrà dalla maggior diffusione delle scotanare su terreni ove nemmeno la parca capretta troverebbe di che sfamarsi.

Siccome ho posto in confronto i due *Rhus* l'uno proprio della Sicilia e l'altro del Camerinese, non vorrei che a qualcuno dei nostri agricoltori venisse in mente, allettato dai maggiori prodotti, d'introdurre nel nostro circondario il *Coriaria*, il quale nato e cullato in climi più caldi del nostro vivrebbe a disagio nella nostra zona. Un esempio patente di questo insuccesso, che si verificherebbe certamente anche da noi, lo si riscontrò in Toscana a Port'Ercole sul monte Argentaro in una tenuta del sig. Vincenzo Ricasoli, il quale avendo impiantato un sommacheto in quella località, fu costretto, a suo malgrado, nel 1870 ad estirparlo. Poichè il suo prodotto non fu accolto benevolmente in commercio, per la sua deficienza in tannino. Il benemerito prof. Bechi per mezzo di analisi comparative fra il sommaco di Sicilia e questo prodotto in Toscana ne dimostrò chimicamente la inferiorità e giustificò così il rifiuto da parte dei conciatori. Ecco quanto influiscono i lumi della scienza sull'arte agraria; essi avvalorano la razionalità o irrazionalità economica di una coltura.

E se la natura volle provvidenzialmente distribuire sulla faccia della terra svariati elementi di produzione, affinchè l'uomo, l'ultima evoluzione dell'energia biologica, trovasse in tutto quanto lo circonda un grande monumento, in cui stupenda è la proporzione delle parti, intima la dipendenza, costante il concetto del vero, lo fece affinchè l'organismo umano ponendo le sue condizioni in armonia con quelle del suolo natale vi si adattasse a vivere, profittando di tutto anche della più umile erbetta.

INDICE

OSSERVAZIONI

SULL'ETÀ E SULLA GENESI DELLE LIGNITI

DEL MASSETANO

(MONTEBAMBOLI, CASTEANI E RIBOLLA)

NOTA

DEL DOTT. PROF. GIUSEPPE RISTORI

A chi voglia intraprendere uno studio cronologico sulle formazioni lignitifere del miocene italiano, basandosi su quello che fino ad oggi è stato scritto in proposito, si trova davanti alle opinioni più disparate specialmente riguardo al preciso orizzonte geologico da assegnarsi a queste od a quelle. Il farne quindi un riassunto come introduzione a questo studio cronologico e genetico delle ligniti mioceniche di Montebamboli, Casteani e Ribolla, se non riuscirebbe affatto superfluo sarebbe per lo meno inadeguato alla modesta intonazione di questa nota. Risparmio quindi al lettore quello che ciascuno studioso può fare da sè e mi limito all'esposizione delle mie idee confortate dalle osservazioni, che mercè la squisita gentilezza ed ospitalità dell'ing. Cortese direttore delle miniere di Casteani e di Ribolla, ebbi agio di fare.

È ormai noto come in Italia si abbia sviluppatissima una formazione del miocene prevalentemente continentale. Questa formazione, distinta col nome di piano Sarmatiano, comprende terreni, per caratteri litologici, molto diversi: la formazione solfifera della Sicilia e della Romagna, quella ancora più estesa dei gessi e finalmente quella del salgemma. In connessione più o meno direttacon questi terreni prevalentemente argillosi ed anche marnosi compaiono qua e là i tripoli o le ligniti in banchi e lenti più o meno estese ed importanti.

I depositi lignitiferi però, al pari dei tripoli con pesci, stanno alla base della formazione solfo-gesso-salifera sopraindicata come

ritiene anche il De-Bosniaski [1] e con lui quasi tutti i nostri Geologi. I tripoli però vanno quasi sempre disgiunti dalle ligniti per modo che i suindicati terreni solfo-gesso-saliferi sono superiori o agli uni o alle altre. Il carattere faunistico di queste due formazioni è evidentemente molto diverso, per cui non ci è possibile giudicare, della relativa età di ciascuna e tanto meno del loro sincronismo. Ad ogni modo resta sempre il fatto che la serie dei terreni che costituiscono il Sarmatiano avrebbe la sua base o sulle ligniti o sui tripoli e si svolgerebbe press'a poco con questa successione ascendente: 1.° Marne a Congerie; 2.° Ripetizione delle ligniti con carattere terroso; 3.° Argille indurite con solfo e salgemma; 4.° Formazione gessosa commista ad argille con *Melanopsis;* 5.° Argille a Pteropodi.

Nell' enumerazione dei terreni costituenti una formazione così eteropica ne abbiamo tralasciati alcuni, i quali mentre non presentano l'importanza di sviluppo dei primi, per noi e specialmente per le località qui prese in esame, non hanno minore interesse. Questi sono appunto quei conglomerati ocracei che si trovano sotto e qualche volta anche sopra alle marne a Congerie del Massetano, e di altre località non molto lontane. Essi conglomerati, ove esistono, riposano o sulle ligniti, o sulle rocce eoceniche rappresentate dai calcari alberesi, dagli schisti-marnosi e dai conglomerati ofiolitici.

Fra tante formazioni che si succedono con notevole incostanza le sole marne a Congerie, così diligentemente studiate dal prof. Capellini, sembrava che costituissero il vero capo saldo per la relativa posizione stratigrafica di questi terreni, così diversi per genesi e per caratteri litologici; ma per un complesso di osservazioni paleontologiche e stratigrafiche posteriormente fatto, si ha ragione di credere che dette marne a Congerie non debbono riferirsi tutte alla stessa età, nè tutte occupare uno stesso orizzonte geologico: infatti le specie di Dreissene che vi si trovano sono state riferite da vari autori a specie diverse, e questo è avvenuto non già per una diversa apprezzazione dei caratteri specifici, ma perchè gli esemplari provenivano da località di-

[1] De-Bosniaski. — *La formazione gessosa e il secondo piano mediterraneo in Italia.* Soc. Tosc. di scienze nat., proc. verbali 14 novembre 1880.

verse ([1]). Nel Museo di Pisa ho ritrovate alcune marne provenienti da Montebamboli in cui il prof. MENEGHINI aveva riconosciuta la *Dreissena Brardi;* mentre il CAPELLINI nelle marne dei monti livornesi e di Castellina Marittima notava specie diverse, fra cui la *Dreissena Deshayesi* CAP., che egli credè identica a quella di Montebamboli, mentre secondo lui non è da confondersi colla *D. Brardi.* Da tutto questo e da molti altri studi e ricerche resulta che molto probabilmente gli strati a Congerie di Montebamboli e di Casteani che a volte compaiono superiori a volte sottostanti alla formazione lignitifera non sono essi stessi caratterizzati delle specie identiche di Congerie. Non insisto ulteriormente su questo proposito, giacchè il miglior modo sarebbe quello di studiare nuovamente e comparativamente quella fauna malacologica.

Quello che si può affermare è che gli strati a Congerie si ripetono a più orizzonti e sono probabilmente da riferirsi a diversi piani del miocene.

La flora e la fauna che si ritrova nei banchi di lignite di Montebamboli, Casteani e Ribolla sono indirettamente la prova di questo modo di vedere, come io spero di potere dimostrare mediante l'esame delle medesime.

Per procedere con ordine principierò dal riepilogare i vari terreni su cui in diverse località ed anche in una stessa località si vedono poggiare gli strati lignitiferi. A Montebamboli, che per l'addietro fu la miniera più esplorata, il lignite riposa quasi direttamente sui calcari eocenici o sopra un conglomerato ricco di elementi serpentinosi ed impastato da argilla ocracea. Il deposito lignitifero si inizierebbe con depositi marnosi ricchi di cemento calcareo e di bitume ove si ritrovano spesso fossilizzate foglie di piante specialmente fanerogame angiospermee e gimnospermee insieme ad opercoli di Bitinie non commiste come altrove a Congerie. A Casteani ed a Ribolla secondo l'osservazione dell'ing. COSTANTINO HAUPT ([2]), che fu di-

---

([1]) Anche al Casino (Siena) sono stati trovati strati a Congerie caratterizzati da una specie di notevoli dimensioni e da non confondersi con le specie delle vere e proprie marne qui prese in esame. — PANTANELLI. - *Sugli strati miocenici del Casino e considerazioni del miocene superiore.* R. Acc. dei Lincei, anno 1878-79, Volume III, 6 aprile 1879.

([2]) C. HAUPT. — *Osservazioni sulle Miniere Carbonifere dell'impresa mineraria Ferrari nelle Maremme Toscane.* Boll. del R. Comitato Geologico d'Italia. Vol. IV, Anno 1873, pag. 200.

rettore di quelle miniere, la serie dei terreni sarebbe la seguente: — Argilla con straterelli di arenaria. (Primo strato carbonifero) — Argilla (Secondo strato carbonifero) — Argilla con puddinga — Conglomerato rosso (Gonfolite) — Argilla (Mattaione) — Calcare carbonifero (Terzo strato carbonifero) — Argilla (Quarto strato carbonifero) —Argilla che posa immediatamente sull'alberese dell'Eocene. — Questa serie viene accettata anche dal Lotti per quanto egli giustamente osservi che i suoi membri non oltrepassano il miocene medio [1]. È del resto lecito discutere sulla serie constatata dall' ing. Haupt specialmente nella parte che riguarda la ripetizione e l'alternanza degli strati legnosi come sulla continuità e sull'estensione del terzo strato legnoso, il quale riposerebbe su quel calcare carbonioso ricco di fossili che io ritengo come una marna molto calcarifera e ad un tempo bituminosa. Prima di tutto non è più possibile oggi, dopo lo studio della fauna e della flora racchiusa in quelle ligniti, assegnare i diversi strati ad età diverse, come pure è da dimostrarsi la continuità e l'estensione degli strati legnosi più profondi, i quali al pari di quelli più superficiali sembrano mostrarsi qua e là interrotti.

Le ligniti fino ad ora escavate a Montebamboli ed a Casteani hanno dato una quantità di fossili veramente notevoli, e in tutti gli strati si ritrova la medesima fauna ed anche la medesima flora, la sola miniera di Ribolla, per quello che mi costa, non avrebbe, fino ad ora, dato alcun resto organico animale. Le condizioni stratigrafiche, come pure la grande vicinanza a quelle di Casteani, che ne è così ricca, escludono assolutamente che si tratti di una formazione diversa e tanto meno referibile a diversa età. Non insisto su questo, che a me sembra assolutamente ovvio e passo senz'altro all'esame della fauna e della flora.

Il F. Mayor in una sua pubblicazione [2] ha studiati alcuni mammiferi di Montebamboli e di Casteani e dall'insieme di quella fauna allora conosciuta veniva alla conclusione che doveva riferirsi alla parte superiore del miocene medio, se pure alcuni

---

[1] Lotti. — *Sui terreni miocenici lignitiferi del Massetano.* Boll. R. Comitato Geologico. Vol. VII, Anno 1876, pag. 31.

[2] F. Major. — *La faune des Vertébrés de Montebamboli.* Atti Soc. It. Sc. nat. Vol. XV, 1872.

tipi come l'*Anthracotherium* trovato nelle ligniti di Casteani non denotava un orizzonte più antico; però a questo proposito soggiungeva che detto genere era stato ritrovato anche ad Eppelsheim a dire del Kaup. Questa opinione fu professata anche dal Meneghini [1], il quale forse era disposto ad assegnare alle ligniti massetane un orizzonte del miocene ancora un poco più antico. Il De-Stefani [2] anche ultimamente persiste nella sua opinione e riferisce quelle ligniti e la fauna in esse racchiusa alla parte superiore del miocene medio.

Avanti che il dott. Antonio Weithofer si accingesse a studiare di nuovo questa fauna la questione pareva risolta nel senso che abbiamo indicato. Egli però pretese correggere i presunti errori del F. Major e quelli ancora (secondo lui) più notevoli del Meneghini per venire alla conclusione, forse preconcetta, che essa fauna aveva il suo riscontro in quella di Pikermi da lui stesso in parte studiata. Le considerazioni su cui egli si basa per ringiovanire di tanto la fauna di Montebamboli e Casteani sono secondo me di un valore molto discutibile, per cui pare opportuno esaminarle.

In complesso la fauna di Montebamboli e di Casteani si compone delle seguenti specie, che io senz'altro riunirò, perchè identica in tutti i suoi membri:

1. *Oreopithecus Bambolii* Gerv.
2. *Lutra Campanii* Meng. (*Enhydriodon* secondo il Weithofer).
3. *Mustela Majori* Weith.
4. *Hyœnarctos antrhacitis* Weith.
5. *Antilope gracillina* Weith.
6. *Antilope Haupti* Maj.
7. *Antilope* sp. (*Palæoryx?*).
8. *Anthracotherium magnum* Cuv.
9. *Sus chœroides* Pom.
10. *Anas lignitiphila* Salvad.
11. *Crocodilus Bambolii* Rist.
12. *Emys depressa* Rist.
13. *Emys Campanii* Rist.
14. *Emys parva* Rist.
15. *Testudo* sp.
16. *Trionyx Bambolii* Rist.
17. *Trionyx senensis* Rist.
18. *Trionyx Portisi* Rist.
19. *Perca?* sp.

L'*Oreopithecus Bambolii* non è niente affatto da porsi vicino al vivente *Cynocephalus*. Quest'opinione è dello Schlosser e pare,

[1] *Descrizione dei resti di due fiere trovati nelle ligniti mioceniche di Montebamboli*. Atti Soc. It. Sc. nat., Milano 1862.

[2] De-Stefani. — *Les Terrains tertiaires sup. du Bassin de la Méditerranée*. Ann. de la Soc. géol. de Belgique. t. XVIII, 1891, Mémoires.

senza discussione, accettata dal WEITHOFER, ma fu da me combattuta in modo esauriente [1]; giacchè dimostrai coi caratteri anatomici dei denti che avevamo da fare piuttosto con un antenato degli odierni Antropomorfi.

La *Lutra Campanii* descritta e figurata dal MENEGHINI può essere che appartenga come vuole il WEITHOFER al genere *Enhydriodon* FALC. però egli lo dimostra più con confronti di misure che con veri caratteri anatomici. Il confronto diretto dei resti fossili con uno scheletro di *Enhydris* vivente sarebbe la cosa più opportuna per risolvere la questione; ma simili scheletri sono ben rari trattandosi di un genere in via di estinzione. Le differenze che pure il F. MAJOR ritrova fra questo fossile e la Lontra vivente non mi paiono sufficenti per riferirlo al genere *Enhydriodon*, le di cui affinità sarebbero, secondo me, da ricercarsi nel genere vivente surricordato, il quale per quanto sia divenuto raro, pure è indiscutibile che vive ed è sempre vissuto in climi glaciali, e ha sempre avuto abitudini esclusivamente marine. L'epoca miocenica non ha carattere glaciale in nessuna delle nostre regioni, e le ligniti di Montebamboli son ben lungi dal racchiudere faune e flore di carattere glaciale e tanto meno marino.

Riguardo al *Hyœnarctos* abbiamo pure incertezze sull' assegnazione generica di quel fossile. Il BLAINVILLE ed il MENEGHINI lo riferiscono ad un *Amphicyon*. Il WEITHOFER, ritenendo come più giusta l'opinione del GERVAIS, volle riferire il fossile ad un *Hyœnarctos;* ma vi trovò notevoli differenze colle specie fino ad ora ritrovate in Asia ed in Europa, tantochè dovè assegnarlo ad una nuova specie.

Maggiore importanza per noi è la presenza del genere *Sus*, che il WEITHOFER crede conveniente non prendere in esame. I resti fossili riferiti a questo genere furono assai diligentemente esaminati dal F. MAJOR, il quale accenna come SUESS vi trovasse notevoli caratteri dentari che rammenterebbero il genere *Hyotherium* trovato nelle ligniti di Cadibona, quantunque i caratteri distintivi dei due suaccennati generi a volte si riscontrano più o meno evidentemente in molti suidi fossili miocenici e nelle specie viventi. Del resto questo carattere atavico che

---

[1] RISTORI. — *Le Scimmie fossili italiane.* Boll. R. Comitato geologico Italiano, Anno 1890, n. 5-6 e 7-8.

ritorna nel genere vivente non deve maravigliare dal momento, che esistono anche altri animali i quali si presentano con questi peculiari caratteri, che saltuariamente si ripetono attraverso le discendenze. Quello che preme a noi di notare è che il *Sus chœroides* Pom. di Montebamboli rammenta specie caratteristiche del miocene inferiore, mentre nettamente si distacca dai *Sus* pliocenici più conosciuti come p. es. il *Sus Strozzi* Meng.

Le osservazioni poi che si potrebbero fare sul ridotto sviluppo dei canini ci condurrebbero a provare ulteriormente che il *Sus chœroides* Pom. di Montebamboli e di Casteani ha l'impronta delle forme più antiche ed assolutamente si discosta dalle forme plioceniche quaternarie e viventi sempre armate di robusti denti canini. Una monografia comparativa che si facesse sui *Sus* dimostrerebbe chiaramente l'evoluzione singolare di questo genere dal miocene all'attualità. A questo, in parte, attende il capitano Bosco ed è a lui che lascio la parola, limitandomi alle suaccennate osservazioni per me sufficenti a dimostrare l'antichità della forma ritrovata nelle ligniti in parola.

Al genere *Sus* fa seguito il genere *Anthracotherium* rappresentato pure in queste ligniti. La presenza di questo genere è indubbiamente di grande valore dal momento che il suo maggiore sviluppo deve ricercarsi nel miocene inferiore e dal momento che in Italia non è stato mai ritrovato nelle formazioni del miocene superiore, le quali come quelle del Casino e di Sarzanello e di altre località hanno dato invece resti di *Hipparion*. Di contro a questa importante osservazione per località così prossime starebbe il fatto notato dal Major e accentuato dal Weithofer, che il genere *Anthracotherium* è stato pure ritrovato negli strati di Eppelsheim. Questi strati però contengono insieme a specie del miocene superiore, specie di orizzonti più antichi e costituiscono una fauna cronologicamente assai discutibile e forse peculiare per quella località.

Nulla aggiungono e nulla tolgono alle considerazioni cronologiche i resti di uccelli, hanno invece un valore non indifferente quelli abbondantissimi di rettili, che io stesso ebbi agio di studiare ultimamente. Il cocodrilliano appartiene al vero genere *Crocodilus* ed ha qualche affinità colle specie mioceniche della Stiria, mentre si allontana molto dalle specie ritrovate nei terreni pliocenici, le quali hanno maggiore somiglianza colle viventi.

Osservazioni e considerazioni di maggior valore si possono fare per i Cheloniani: questi fino ad oggi sono rappresentati nelle ligniti di Montebamboli e Casteani da tre specie ben distinte di *Trionyx,* da una quarta specie dubbia e insufficientemente caratterizzabile, attesa la povertà e la cattiva conservazione dei resti fossili e da tre forme di *Emidi* ed una di *Testudo.* Ciascuna delle tre specie di *Trionyx* che io ho dovuto distinguere con nuovi nomi ha notevoli somiglianze con specie pertinenti a faune del miocene medio ed inferiore tanto della Svizzera che della Stiria: infatti la *Trionyx Bambolii* Rist. molto si avvicina alla *T. rochettianus* Portis. di Rochette, la *T. Senensis* Rist. pure di Montebamboli è specie assai vicina alla *T. styriacus* Pets. e finalmente la *T. Portisii* ha somiglianze colla forma eocenica descritta dall' Owen *T. marginatus* quantunque presenti pure delle somiglianze colla *T. propinquus* Rist. proveniente dalle ligniti del Casino; ma quest'ultima è molto più vicina alle specie viventi come può facilmente riscontrarsi nello studio dettagliato che io ne ho fatto [1].

Passiamo alle Emidi, anche queste sono rappresentate nelle ligniti nostre da tre ben distinte specie, a cui si devono aggiungere alcuni resti di piastre ossee appartenenti ad una *Testudo.* La prima di queste specie è l'*Emys depressa* Rist. Questa è una forma molto singolare. Notevole per dimensioni rammenta nella disposizione delle piastre dello scudo l'*E. sulcata* Port. delle ligniti svizzere e l'*E. lævis* di Owen dell'eocene superiore; nel piastrone invece, la disposizione delle placche cornee di fronte alle piastre ossee rammenta i generi *Platemys* — *Clemmys* proprii tutti di terreni miocenici. Essi generi presentano solo qualche affinità, nelle odierne faune, col genere *Ocadia* della China. La seconda specie *E. Campanii* Rist. ha delle dimensioni quasi straordinarie e rammenta l'*E. lignitarum* di Portis. La terza *Emys parva* Rist. ha maggiori affinità coi tipi oggi viventi in Italia, ma più di tutto rammenta l'*E. Laharpi* Pict. Humb. pure ritrovata in formazioni del miocene medio.

---

[1] G. Ristori. — *I Cheloniani fossili di Montebamboli e Casteani.— Con appendice sui Cheloniani fossili del Casino (Siena).* Pubblicazioni del R. Istituto di Studi Sup. in Firenze. Sezione Scienze fisiche e nat. Firenze 1895.

Resterebbero ora ad esaminarsi i pesci; di questi però abbiamo resti molto incompleti, nè ancora esiste uno studio dettagliato per potervi basare attendibili considerazioni faunistiche e cronologiche. Lo stesso si dica degli invertebrati e specialmente dei molluschi d'acqua dolce fossilizzati nelle formazioni in questione. Di questi e specialmente delle Congerie converrebbe fare uno studio comparativo, il quale avrebbe grande valore. Ad ogni modo le considerazioni a cui ha dato luogo l'esame minuto della fauna dei vertebrati, non potrà, io credo, per nessuna ragione essere smentito e trovare contradizioni in quello degli invertebrati.

Avanti però di lasciare questo esame paleontologico voglio aggiungere qualche considerazione sulla flora di queste ligniti, la di cui ricchezza ed il carattere sono veramente meritevoli di esame.

Il Dott. Peruzzi nelle marne calcarifere a contatto alle ligniti potè determinare le seguenti specie:

Platanus aceroides Heer.
Populus latior Al. Br.
var. *cordifolia*.
Salix Lavateri Heer.
Quercus valdensis Heer.
» *Buchii* Web.
Quercus Etymodrys Ung.
Sparganium Braunii Heer.
Toxodium dubium Heer.
Sequoia Langsdorfi Sterb.
Pteris radobojana Ung.
Dryandroides haticæfolia?

Nelle marne trovò le seguenti specie:

Typha latissima Al. Br.
Glyptostrobus europæus Heer.
Laurus princeps Heer.
Alnus Kefersteinii Ung.
Zosterites murinus Ung.
Pinus Lardyana Heer.
Chamærops helvetica Heer.

A questa lista di piante molte altre se ne potrebbero aggiungere, giacchè tanto il Museo di Pisa come quello dei Fisiocritici di Siena posseggono molti esemplari di filliti provenienti dalle ligniti di Montebamboli e Casteani e dalle marne che le coinvolgono. Per quello che mi costa da un rapido esame su questa flora, fatto anche sui luoghi, essa ha un carattere molto singolare, giacchè alle piante che indicherebbero un clima umido e caldo come le protallogame, si aggiungono fanerogame di-

cotiledoni e monocotiledoni a fusto legnoso di paesi caldi, come Fenicacæ e Laurinæ, accanto a famiglie e generi di zone temperate come Quercacæ ed altre Amentifere, alle quali si mescolano anche Gimnospermæ e più specialmente Conifere. Stando però a quello che positivamente si conosce, questa flora è assai diversa da quella del Casino (*Siena*) e con questa presenta soltanto 5 o 6 specie in comune, ne ha pure 3 o 4 in comune colla flora del Senogalliese illustrata dal Massalongo; le marne superiori poi presentano anche 2 specie in comune colle flore plioceniche del Valdarno superiore ed inferiore, le quali specie alla lor volta sono fra quelle che fecero credere allo Sthör, che nel Valdarno superiore medesimo avessimo un orizzonte miocenico.

Nel resto la flora è speciale e i suoi raffronti più numerosi gli presenta con quella miocenica svizzera illustrata dall'Heer, colla quale, ha in comune non meno di una dozzina di specie.

Senza dare molta importanza stratigrafica a queste considerazioni paleofitologiche, le quali sono sempre basate su determinazioni esatte solo relativamente; non si può negare in complesso a questa flora il suo spiccato carattere di miocenità.

Per tutte queste considerazioni a me parrebbe, che il ringiovanimento delle ligniti in parola non fosse molto opportuno; e vorrei rivendicare la opinione di tutti quelli che le assegnarono al miocene medio parte superiore. Le mie argomentazioni stante l'incompleto studio della fauna e della flora non saranno esaurienti, ma mi sembra però che abbiano non poco valore e nel loro complesso notevolmente indeboliscano l'opinione che ultimamente sembrava prevalere fra i Geologi, cioè che quelle ligniti fossero a referirsi al miocene superiore e, per qualcuno, anche al mio-pliocene.

Esaurita la parte cronologica di questa breve nota vengo a dire qualche cosa sull'origine delle ligniti; giacchè anche su questa è ultimamente sorta qualche controversia e sono state annunziate, sostenute e generalizzate idee e teorie, le quali si pretendono adatte a spiegare la formazione e l'origine di tutte quante le ligniti terziarie. Queste teorie in massima non nuove, poichè da altri ed altre volte sostenute per spiegarsi la genesi della formazione carbonifera e dei bacini carboniosi, acquistano

carattere di novità dal momento che si tenta applicarle alla formazione di tutte quante le nostre ligniti terziarie. — È opinione di alcuni distintissimi Geologi ed Ingegneri di miniere, che le nostre ligniti terziarie traggano la loro origine da vegetazioni torbose molto potenti. Questa loro opinione è principalmente basata sullo sviluppo veramente colossale che alcune torbiere assumono nei paesi nordici. Per analogia quindi vorrebbero che anche la maggior parte delle nostre ligniti terziarie trassero in massima una simile origine. Il problema sarebbe facilmente solubile se l'osservazione della lignite costituente i banchi ci desse facile modo di scoprire la sua intima costituzione; ma la cosa non è così semplice come a prima giunta si potrebbe credere, giacchè le ligniti terziarie italiane, meno le plioceniche, si presentano molto compatte, molto avanzate nella carbonizzazione e pochissimo trasparenti, anche se ridotte a sottilissime lamine con tutte le cautele che la tecnica insegna per eseguire di esse preparazioni microscopiche. Le osservazioni al microscopio quindi non riescono molto sodisfacenti, nè possono essere assolutamente persuasive e convincenti; per quanto le ligniti di Montebamboli, Casteani e Ribolla, di cui più volte tentai le preparazioni microscopiche e l'esame consecutivo, lascino vedere spesso tessuti fibrosi e fasci fibro vascolari da mettere molto in dubbio che esse siano costituite esclusivamente o quasi, da sfagni e da conferve al pari delle più comuni torbe quaternarie e recenti nostrali o del centro d'Europa. Quello però che non tanto chiaramente si rivela al microscopio apparisce forse di maggiore evidenza all'esame diretto od a quello dell'occhio armato di una semplice lente d'ingrandimento. Quest'esame rivela che fra l'ammasso di brucaglie potentemente compresse e rese compattissime, e fra cui potranno essere anche piante palustri specialmenre conferve, esistono masse ancora più compatte più lucenti e con aspetto fibroso bene spiccato e distinto. Questa apparenza non può essere data che da fibre legnose e quindi dai tronchi e dai rami di quelle stesse fanerogame ad alto fusto che hanno lasciate tante impronte di foglie e nelle roccie convolgenti i banchi e nei banchi medesimi di lignite di Casteani, di Montebamboli e di Ribolla.

In conclusione senza escludere assolutamente una più o meno importante vegetazione lacustre o palustre non già di *Sphagnum*

ma di altre piante forse prevalentemente di alghe di acque dolci; le ligniti in questione, come la massima parte delle ligniti terziarie italiane sono prevalentemente costituite da piante legnose fanerogame angiospermee e gimnospermee e più precisamente dalla fluitazione dei loro tronchi, dei loro rami, delle loro bruciaglie più o meno minute non escluse le foglie. Queste piante vivevano negli immediati dintorni dei nostri laghi terziari ed in questi erano naturalmente portate dai fiumi, ed in questi si accumulavano di contro ai venti predominanti, nei seni più tranquilli dove si sono costituiti i banchi.

D'altra parte è ormai noto che le vere torbiere sono quasi esclusivamente costituite da *Sphagnacae* fra cui predominano i generi *Sphagnum*, *Hipnum*, *Politricum* e varie conferve ([1]) e qualche fanerogama palustre come i generi *Eriophorum*, *Ninphea* e finalmente qualche giunco. Le più importanti di queste piante sono certamente gli Sfagni e questi hanno bisogno di temperature assai basse e rifuggono dai climi tropicali o subtropicali quali dovevano essere durante il periodo miocenico da noi. Sfagni e Coccodrilli, Sfagni e Scimmie, Sfagni e Trionidi non sembra che ci dieno esempi di convivenza nell'attualità per cui non è presumibile che ciò possa essere accaduto per il passato, pur dando tutto il valore alla diversità delle specie, la quale può indurre qualche leggiera modificazione nell'abito di vita, ma mai è dato logicamente ammetterne una così radicale e profonda.

Mi sembra dunque che la supposizione della origine esclusivamente torbosa o quasi delle nostre ligniti, non regga nè all'esame diretto dei fatti nè a quello indiretto che comprende le considerazioni e le conclusioni che logicamente possono trarsi dalle condizioni oro-idrografiche dei bacini lignitiferi, da quelle climatiche, faunistiche e della flora, che siamo andati discutendo ed enunciando. In Italia non che nel miocene neppure nel pliocene si hanno delle vere e proprie torbiere, ma sempre delle formazioni lignitifere di tale potenza, estensione e natura da escludere per la massima parte di esse l'origine torbosa. Le torbiere da noi o sono recenti o sono quaternarie. Questo indirettamente potrebbe dimostrare e collegarsi coll'abbassamento

---

([1]) A proposito delle Conferve e anche di altre alghe si ritiene che non abbiano che piccolissima importanza nella formazione della torba.

di temperatura determinato dall'epoca glaciale e che in minor grado pure tuttodì si mantiene specialmente per le nostre regioni nordiche. Le torbiere quaternarie come le recenti hanno maggiore importanza nell'alta Italia che nella media, ove assumono il nome di pollini; all'incontro ne hanno una massima nel centro d'Europa nella Prussia, nella Vestfalia, nell'Annover, nella Slesia e finalmente più a nord ancora nella Danimarca, nella Scozia, nell'Irlanda e nella penisola Scandinava per non aggiungerne altre regioni extra-europee.

Le faune e le flore dei nostri depositi terziari in genere e miocenici in specie sono universalmente riconosciute come aventi carattere subtropicale, quindi denotano climi assai caldi e ben poco adatti allo sviluppo delle più comuni piante che originano oggi la torba. Ad ogni modo giova qui ripetere alcune osservazioni che già ebbi occasione di fare in una mia recente comunicazione verbale fatta nell'adunanza tenuta dalla Società Geologica Italiana in Lucca nel settembre del 1895. Rispondendo ad una comunicazione verbale dell'ing. Cortese fatta appunto sull'età e sulla genesi delle ligniti di Casteani e Ribolla, allora ebbi ad osservare che nell'alta Valle dell'Era e precisamente presso il villaggio d'Orciatico in formazioni argillose presumibilmente sincrone agli strati a Congerie, si trovarono esili banchi di una lignite bruna terrosa, nella quale di tanto in tanto si incontrano dei tronchi giacenti quasi orizzontalmente, e per tali si riconoscono dalla loro forma cilindrica, dalla loro notevole lunghezza, dalla maggiore compattezza del legno carbonizzato, dalla lucentezza e striatura longitudinale.

Del resto l'egregio ing. Cortese a quella mia comunicazione verbale [1], che ho qui solo in piccola parte riportata, replicava, dicendo che mentre non poteva escludere la presenza di foglie di fanerogame fossilizzate nei depositi lignitiferi di Tatti e Montemassi; questa si spiegava benissimo pensando che le pendici che circondavano le paludi ove si formava la torba (che divenne poi carbone) potevano essere rivestite di piante le quali perdevano le foglie all'autunno e queste erano portate dal vento nelle paludi.

Secondo me va benissimo che le foglie possano essere tra-

---

(1) Boll. Soc. Geol. Italiana, Vol. XIV, fasc. 2.°, pag. 291 e seg.

sportate dal vento; però questo non può verificarsi che da distanze relativamente brevi e le foreste da dove queste venivano, non potevano, come del resto ammette anche l'ing. Cortese, essere che ad immediato contatto o quasi alle paludi o bacini lacustri in cui si formarono le ligniti; quindi se in questi bacini arrivavano in così grande quantità le foglie; come si può escludere che la fluitazione non trascinasse in essi e rami e tronchi e bruciaglie di ogni dimensione, insomma tutto quel materiale legnoso che in tutti i nostri bacini e depositi terziari ha prevalentemente servito alla costituzione dei banchi di lignite più o meno estesi più o meno potenti?

Concludo dunque che allo stato delle nostre cognizioni geologiche e paleontologiche i depositi lignitiferi di Montebamboli, Casteani, Ribolla, ecc. occupano un orizzonte geologico non superiore del miocene medio e non sono a credersi sincroni alle formazioni simili del Casino, la di cui fauna e flora, pur sempre miocenica, e non pliocenica come altri vorrebbe, ha carattere di minore antichità. In quanto alla genesi delle ligniti non sarei disposto, per ragioni di fatto, per considerazioni paleontologiche e geologiche e per induzioni oro-idrografiche e climatologiche, ad ammetterne la loro origine torbosa.

Chiudo la mia breve nota colla speranza e l' augurio che nuove scoperte e nuovi fatti abbiano modo di chiarire definitivamente quello che ancora può esservi d'incerto e di discutibile in tale questione.

ISTITUTO ANATOMICO DELLA UNIVERSITÀ DI PISA

Dott. DANTE BERTELLI

DISSETTORE E LIBERO DOCENTE

Pieghe dei Reni primitivi nei Rettili

Contributo allo Sviluppo del Diaframma

In breve spazio di tempo i ricercatori hanno portato largo contributo di nuove cognizioni intorno allo sviluppo del diaframma; pur tuttavia resta ancora da lavorare su questo argomento.

Presa conoscenza della letteratura mi persuasi che un quesito degno di alta considerazione era la indagine del significato filogenetico delle pieghe che chiudono il recesso parieto-dorsale.

Per merito di Uskow (1) e di Ravn (2) sappiamo come pieghe dorsali e pieghe ventrali chiudono il recesso parieto-dorsale.

Riguardo alla origine di queste pieghe i ricercatori ed i trattatisti si limitano ad affermare che prendono origine dalla parete dorsale, dalla parete laterale e dalla parete ventrale del recesso parieto-dorsale.

Solo Ravn interpetrò il significato filogenetico delle pieghe

---

(1) Uskow N. — *Ueber die Entwickelung des Zwerchfells des Pericardiums und des Cöloms.* (Archiv für mikroskopische Anatomie. 1883).

(2) Ravn Ed. — *Vorläufige Mitteilung über die Richtung der Scheidewand zwischen Brust — und Bauchhöhle in Säugetier — Embryonen.* (Biologisches Centralblatt. 1887).

Ravn. Ed. — *Ueber die Bildung der Scheidewand zwischen Brust — und Bauchhöhle in Säugethierembryonen.* (Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. 1889).

che nei mammiferi sorgono dalla parete dorsale. In un Lavoro [1] nel quale riferisce su indagini fatte intorno alla morfologia ed alla topografia di visceri ed organi contenuti nella cavità pleuro-peritoneale della *Lacerta viridis* adulta, descrive brevemente le pieghe dei reni primitivi, le quali accolgono l'epididimo, i resti del rene primitivo e quelli del condotto di Müller.

Ravn crede di scorgere un accenno al diaframma dorsale dei mammiferi in quella porzione di queste pieghe che nasce nella cavità pleuro-peritoneale su la linea di confine tra la parte non pigmentata e la parte pigmentata. Pensa Ravn che questa porzione delle pieghe del rene primitivo corrisponda alle pieghe che chiudono dorsalmente nei mammiferi il recesso parieto-dorsale (pilastri dorsali di Uskow). Che queste pieghe, afferma Ravn, seguitino direttamente nelle pieghe del rene primitivo, non deve apparire fatto strano, quando si ricordi che anche in embrioni di mammiferi l'estremo craniale della piega del rene primitivo è in unione con il diaframma (mesenterio del corpo di Wolff).

Le pieghe dei reni primitivi dei rettili sono veramente omologhe non solo alle pieghe che nei mammiferi chiudono dorsalmente il recesso parieto-dorsale, ma anche a quelle che lo chiudono lateralmente e ventralmente, perchè in connessione con le pieghe studiate da Ravn ve ne sono due altre che sorgono dalla parete ventrale della cavità pleuro-peritoneale e si gettano sul fegato e sul tronco della vena cava, pieghe considerate da Ravn come Ligamenti sospensori accessorii.

Scopo del presente lavoro è di raccogliere le prove che stabiliscano indubbiamente queste omologie. Dividerò il lavoro nelle seguenti parti: morfologia delle pieghe dei reni primitivi nei rettili adulti; sviluppo di queste pieghe nei rettili; sviluppo delle pieghe che chiudono nei mammiferi dorsalmente, lateralmente e ventralmente il recesso parieto-dorsale; conclusioni, nelle quali riassumerò i risultati delle ricerche e farò la sintesi dei caratteri che stabiliscono l'omologia tra pieghe del rene primitivo dei rettili e pieghe che chiudono dorsalmente, lateralmente e ventralmente il recesso parieto-dorsale nei mammiferi.

---

[1] Ravn Ed. — *Untersuchungen über die Entwickelung des Diaphragmas und der benachbarten Organe bei den Wirbelthieren.* (Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. 1889).

Non ho trovata descritta la piega del rene primitivo; solo è ricordato il mesenterio dell'ovidutto.

Anche Lereboullet (1) che studiò gli organi genitali della *Lacerta stirpium* e Martin Saint-Ange (2) che studiò quelli della *Lacerta viridis* ricordano con poche parole il mesenterio dell'ovidutto. Lereboullet riprodusse questo mesenterio alla Fig. 126 nella quale sono rappresentati gli organi genitali femminili estratti e distesi. Martin Saint-Ange pure riproduce alle Fig. 6 e 7 della Tav. IX il mesenterio dell'ovidutto estratto dal corpo.

Potei studiare le pieghe dei reni primitivi nel *Platydactylus muralis*, nella *Seps chalcides*, nella *Lacerta viridis*, nella *Lacerta agilis*, nella *Lacerta muralis*, nel *Chamaeleon vulgaris*.

Le pieghe hanno rapporto intimo con i resti del rene primitivo e con i resti del condotto di Müller, bisogna quindi studiarle nel maschio e nella femmina. Siccome poi queste pieghe presentano variazioni anche a seconda del lato nel quale si considerano, debbono essere studiate a destra ed a sinistra (3).

Nella femmina del *Platydactylus muralis* la piega del rene primitivo è molto sviluppata, accoglie l'ovidutto e lo fissa, a destra, al mesenterio della vena cava e per breve estensione al tronco della vena cava, raggiunge quindi la parete dorsale e la parete laterale della cavità pleuro-peritoneale su le quali si attacca percorrendole in direzione obliqua cranialmente e ventralmente. Caudalmente alla linea percorsa dalla piega le pareti della cavità pleuro-peritoneale sono intensamente pigmentate, cranialmente a questa linea il pigmento è in minore quantità.

A sinistra la piega presenta le medesime disposizioni che a destra, solo è da osservare che da questo lato, dopo la sua origine, si mette in rapporto con il mesenterio dorsale.

L'ovario riposa su la piega, il mesovario si attacca ad essa.

Nel maschio la piega del rene primitivo accoglie l'epididimo.

---

(1) Lereboullet A. — Recherches sur l'Anatomie des Organes génitaux des Animaux vertébrés. (Novorum Actorum Academiae caesareae Leopoldino-Carolinae Naturae curiosorum. Voluminis vigesimi tertii, Pars prior. Vratislaviae et Bonnae, MDCCCLI).

(2) Martin Saint-Ange G. J. — Étude de l'Appareil reproducteur dans les cinq classes d'Animaux vertébrés. (Mém. de l'Acad. des Sciences. Tome XIV. 1856).

(3) Per mantenere la topografia delle pieghe e dei visceri adottai il seguente metodo che usa Hochstetter. Ucciso l'animale gli iniettavo nella cavità pleuro-peritoneale alcool al 95 $^0/_0$, lo immergevo in alcool e dopo 24 ore lo disseccavo. Senza questa precauzione sarebbe molto difficile studiare la topografia delle pieghe.

Subito al davanti dell'estremo craniale dell'epididimo il mesorchio si spinge cranialmente e medialmente confondendosi con la piega del rene primitivo. Dopo, la piega ha il medesimo decorso che nella femmina, però nel maschio è molto meno sviluppata, non percorre tutta la parete laterale della cavità pleuroperitoneale. Nel maschio, a sinistra, la piega è un po' meno sviluppata, che a destra.

La piega tanto nel maschio che nella femmina raggiunge il massimo di estensione in corrispondenza della parete dorsale della cavità pleuro-peritoneale, va abbassandosi a misura discende verso la parete ventrale.

Nella femmina della *Seps chalcides* la piega del rene primitivo ha un grande sviluppo in larghezza ed in lunghezza. Accoglie l'ovidutto, si unisce, a destra, al mesenterio della vena cava, al mesenterio dorsale, si reca poi ventralmente e cranialmente fissata alla parete dorsale e laterale della cavità pleuro-peritoneale su la linea che segna il confine della parte intensamente pigmentata.

A sinistra la piega si comporta come a destra, però da questo lato prima di gettarsi sulla parete dorsale è inserita per tutta la sua estensione sul mesenterio dorsale.

Nel maschio le pieghe del rene primitivo sono rudimentarie. L'epididimo è a destra strettamente fissato sul mesenterio della vena cava, a sinistra sul mesenterio dorsale. Nella parete dorsale e laterale della cavità pleuro-peritoneale non esiste piega. Non vi è limite netto tra parte intensamente pigmentata e parte lievemente pigmentata.

Della *Lacerta viridis* descrivo prima le pieghe del rene primitivo trovate in due grossi esemplari maschi provenienti dalla Dalmazia. Nell' esemplare che esaminai per il primo la piega contiene l'epididimo, passa, a destra, lateralmente alla vena cava e si attacca alla sua parete, poi recandosi verso la linea mediana prende inserzione sul mesenterio della vena cava, abbandonato questo mesenterio si attacca alle pareti dorsale e laterale della cavità pleuro-peritoneale e le percorre in direzione obliqua cranialmente e ventralmente lungo la linea che limita la parte fortemente pigmentata. Sulla parete laterale della cavità pleuroperitoneale una striscia di pigmento si avanza cranialmente e la piega ne segue i margini producendo così un piccolo cul di

sacco. In corrispondenza del margine ventrale della striscia pigmentata, la piega sparisce. Ma dopo brevissimo tratto sorge dalla parete ventrale della cavità pleuro-peritoneale in direzione della piega scomparsa, un'altra piega che recandosi dorsalmente e medialmente si getta nella superficie ventrale del fegato per breve tratto, e poi sul tronco della vena cava. A sinistra il mesorchio è inserito su la piega del rene primitivo. Abbandonato l' epididimo, questa piega si getta sul mesenterio dorsale, poi ha il medesimo decorso che a destra. È anche da notare che a sinistra la piega proveniente dall'epididimo è più bassa; che la piega ventrale è da questo lato meno estesa, sorge più cranialmente.

Nell'altro esemplare di *Lacerta viridis* si trovano disposizioni un po' diverse. La piega, che proviene dall'epididimo è, a destra, più bassa di quella dell' altro esemplare. A sinistra questa piega è anche più ridotta; sulla parete dorsale manca. La piega che nell' altro esemplare nasceva, a sinistra, dalla parete ventrale della cavità pleuro-peritoneale, quivi nasce sul mesenterio ventrale del polmone.

Nella *Lacerta viridis* (1) femmina si hanno disposizioni analoghe a quelle che descriverò nella *Lacerta agilis*. Nel maschio la piega presenta disposizioni simili a quelle trovate nel primo esemplare esaminato, solo è da osservare che la piega ventrale sinistra nasce normalmente dal mesenterio ventrale del polmone come già asserì Ravn nel descrivere il ligamento sospensore accessorio sinistro.

Nella *Lacerta agilis* trovai la piega del rene primitivo meglio sviluppata che in tutti gli altri individui fino a qui esaminati, perciò ne faccio una descrizione un po' particolareggiata che varrà a far comprendere meglio certe particolarità della piega che per non essere troppo prolisso ho tralasciato di descrivere nei Sauri fino ad ora presi in esame.

Nella *Lacerta agilis* femmina (Fig. 1) la piega del rene primitivo è molto larga, ha in sè l'ovidutto in corrispondenza del quale presenta due margini uno laterale libero, uno mediale in

(1) Ho studiato la piega del rene primitivo della *Lacerta viridis* in femmine ed in maschi presi nei dintorni di Pisa; questi esemplari sono molto più piccoli di quelli provenienti dalla Dalmazia.

connessione con il mesenterio della vena cava a destra, con il mesenterio dorsale a sinistra, poi è fissata alla parete dorsale e laterale della cavità pleuro-peritoneale lungo la linea che divide la parte intensamente pigmentata dalla parte lievemente pigmentata. Anche nella *Lacerta agilis* esiste sulla parete laterale della cavità pleuro-peritoneale la striscia pigmentata che si avanza cranialmente, ma il più delle volte ha poca estensione. Qualche volta si incontra questa striscia molto sviluppata, specialmente in larghezza; la piega ne segue sempre i margini. In prossimità del passaggio tra parete laterale e parete ventrale della cavità pleuro-peritoneale, la piega si abbassa molto e per brevissimo tratto sparisce; repentinamente poi si risolleva dalla parete ventrale (Fig. 1) e recandosi dorsalmente e medialmente si getta nella superficie inferiore del fegato e sulla vena cava; sul tronco della vena cava le due pieghe si riuniscono ed accompagnano il vaso fino a che questo non si applica contro la parete della cavità pleuro-peritoneale, così le due pieghe ventrali formano nella cavità pleuro-peritoneale un setto assai esteso. La piega ventrale sinistra è meno sviluppata. In 10 esemplari esaminati, tre volte a destra, due in un maschio una in una femmina, la piega che proviene dal rene primitivo seguitava con la piega che prende origine dalla parete ventrale della cavità pleuro-peritoneale. Questo fatto, come vedremo, ha molta importanza.

La piega del rene primitivo presenta una superficie dorsale ed una ventrale che sono in rapporto la prima con la parete dorsale e con la parete laterale della cavità pleuro-peritoneale, la seconda con il tubo digerente, con l'ovario, con il fegato, con il polmone. Questo ultimo rapporto si vede bene esaminando la cavità pleuro-peritoneale ad una Lucertola che sia in leggera narcosi cloroformica, sotto la quale possiamo vedere il polmone in funzione. Le superfici mediali delle pieghe che sorgono dalla parete ventrale sono libere nella cavità pleuro-peritoneale lateralmente al ligamento sospensore del fegato; le superfici laterali invece sono in rapporto con il polmone che nella inspirazione poggia su di esse. Anche questo rapporto si vede bene esaminando la cavità pleuro-peritoneale in una Lucertola sotto l'azione della narcosi cloroformica.

Nel maschio della *Lacerta agilis* (Fig. 2) si hanno a destra

ed a sinistra le medesime disposizioni che ho trovato nell'esemplare di *Lacerta viridis* esaminato per il primo, solo è da notare che la piega non si attacca, appena lasciato l'epididimo, al tronco della vena cava e che la piega ventrale sinistra nasce sul mesenterio ventrale del polmone. Questo modo di origine della piega ventrale sinistra trovasi come disposizione normale nella femmina e nel maschio di *Lacerta agilis*, ma di frequente anche da questo lato la piega nasce sulla parete ventrale della cavità pleuro-peritoneale.

Nella *Lacerta muralis* femmina la piega del rene primitivo presenta le medesime disposizioni che nella *Lacerta agilis*. Nel maschio della *Lacerta muralis* la porzione di piega proveniente dall' epididimo è assai ridotta, specialmente a sinistra e sono anche molto ridotte le pieghe ventrali. Due volte, su 10 esemplari esaminati,tutte e due le volte in femmine e nel lato destro, trovai che la piega proveniente dall'epididimo seguitava con la piega che sorge dalla parete ventrale della cavità pleuroperitoneale.

Di *Camaeleon vulgaris* ho potuto esaminare 6 esemplari, 4 femmine e 2 maschi che ricevei in alcool non molto bene conservati. Nella femmina le pieghe dei reni primitivi sono molto sviluppate, hanno, prima di attaccarsi al dorso, i medesimi rapporti di quelle studiate negli altri Sauri, percorrono in direzione obliqua cranialmente e ventralmente le pareti della cavità pleuro-peritoneale e si gettano nella superficie laterale e nella superficie ventrale del fegato. Le pieghe percorrono il viscere in direzione obliqua cranialmente e medialmente e finiscono nel ligamento sospensore del fegato, formano così nella cavità pleuro-peritoneale dorsalmente, lateralmente, ventralmente e medialmente un vasto setto che presenta solo una piccola apertura tra il fegato e la parete dorsale.

Anche nei maschi di *Camaeleon vulgaris* la piega è bene sviluppata, percorre tutta la parete laterale che è molto este es e la parete ventrale; solo in un individuo, di due esaminati, ho potuto vedere chiaramente, a sinistra, la piega anche sulla parete dorsale e sul mesenterio dorsale.

In tutti i Sauri fino ad ora esaminati non trovammo, normalmente, la piega che proviene dall'ovidutto in continuazione con la piega che sorge dalla superficie ventrale della cavità

pleuro-peritoneale e che gettasi sul fegato. Nel *Camaeleon vulgaris* invece nemmeno si nota un accenno a divisione tra le due porzioni della piega, e questo è fatto molto più importante di quello che come varietà abbiamo trovato nella *Lacerta agilis* e nella *Lacerta muralis*.

La struttura delle pieghe dei reni primitivi (1) è quella delle membrane sierose, insieme agli elementi del tessuto connettivo però si trovano fibre muscolari lisce. WIEDERSHEIM (2) ed HOFFMANN (3) affermano che nei Sauri esistono molte fibre muscolari lisce nella piega che fissa l'ovidutto. La piega è molto pigmentata nel *Platydactylus muralis* e nella *Seps chalcides*, trovansi alcune cellule pigmentate in prossimità della inserzione della piega sul dorso, nella *Lacerta viridis*, nella *Lacerta agilis*, nella *Lacerta muralis*.

Asserii che le pieghe dei reni primitivi dei rettili sono omologhe alle pieghe che chiudono dorsalmente, lateralmente e ventralmente il recesso parieto-dorsale. Cercati nella anatomia comparata gli elementi valevoli a sostenere il mio asserto, devo ora invocare il validissimo ajuto della embriologia. A tale scopo studiai lo sviluppo delle pieghe del rene primitivo in embrioni di *Lacerta agilis*.

Le pieghe dei reni primitivi sorgono dal corpo di WOLFF ed hanno intimo rapporto con il condotto di MÜLLER.

Alcuni di coloro che fecero ricerche intorno allo sviluppo del corpo di WOLFF e del condotto di MÜLLER nei rettili, ricordano per incidenza la piega del rene primitivo.

BRAUN (4) nel descrivere lo sviluppo dell'ovidutto esamina topograficamente la cavità celomatica di un embrione di *Anguis fragilis* lungo 16 mm. Afferma che nella cavità celomatica sono tre sepimenti (Brücken), uno mediano impari, due laterali pari (Taf. VI, Fig. 1); il mediano proviene dalla superficie ventrale

(1) Per poter togliere nettamente le pieghe necessita iniettare alcool assoluto nella cavità pleuro-peritoneale; in questo modo si ottiene il doppio scopo di fissare e di indurire le pieghe. È molto difficile isolare le pieghe a fresco.

(2) WIEDERSHEIM R. — Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Jena, 1886.

(3) HOFFMANN C. K. — (BRONN'S. *Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs. III. Abtheilung*. Leipzig, 1890.

(4) BRAUN M. — *Das Urogenitalsystem der einheimischen Reptilien*. (Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg. 1877-78).

dell'aorta, accoglie l'esofago e gli abbozzi dei polmoni: i due laterali procedono obliqui dalla linea mediana verso l'esterno, riuniscono il connettivo che trovasi intorno alla aorta con il cuore e contengono più in dietro gli organi segmentari. Scomparsi questi setti dalla parete ventrale del corpo, le due porzioni della parte laterale della cavità celomatica si riuniscono.

Anche Mihalkovics [1] nel descrivere il condotto di Müller accenna alla piega del rene primitivo. In tagli traversi (Taf. V, Fig. 60) di embrioni di vipera lunghi 15-18 mm. trovò che il corpo di Wolff risiede in un setto divisorio (Scheidewand) il quale si estende dalla aorta alla parete del corpo; nello spazio tra i due setti divisori ed il cuore che rimane ventralmente, risiede l'esofago insieme agli abbozzi dei polmoni.

Hoffmann [2] nel trattare dello sviluppo del condotto di Müller ricorda, descrivendo un embrione di *Lacerta agilis*, un setto (Brücke) che unisce il corpo di Wolff con il connettivo della vena giugulare e del seno di Cuvier (Taf. CLXXX, Fig. 1) e che divide l'uno dall'altro i prolungamenti della cavità celomatica situati lateralmente e medialmente al corpo di Wolff.

Braun, Mihalkovics, Hoffmann che studiarono accuratamente lo sviluppo del condotto di Müller nei rettili, descrissero e riprodussero in molte figure il condotto di Müller in rapporto con la piega del rene primitivo. Io a questo proposito farò, servendomi dei miei preparati, una descrizione minuta di quelle particolarità dalle quali crederò di poter trarre argomento a stabilire omologie.

Ed ora passiamo a studiare come si sviluppa nella *Lacerta agilis* la piega del rene primitivo.

Si incomincia a trovare materiale opportuno in embrioni con lunghezza massima [3] di 5 mm., con lunghezza massima della testa di 2 ½ mm.

In tagli trasversali si vede il corpo di Wolff con l'estremo craniale situato lateralmente alla aorta, accolto in mezzo a tes-

---

(1) Mihalkovics G. — *Untersuchungen über die Entwickelung des Harn-und Geschlechtsapparates der Amnioten.* (Internationale Monatsschrift f. Anatomie u. Physiologie. 1885).

(2) Hoffmann C. K. — *Entwicklungsgeschichte der Reptilien.* (Bronn's. *Klassen und Ordenungen des Thier-Reichs*). Leipzig, 1890.

(3) Presi la lunghezza massima dal vertice alla radice della coda.

suto connettivo che seguita dorsalmente con il connettivo delle pareti del corpo, che lateralmente seguita in parte con il connettivo delle pareti del corpo, in parte è limitato dai canali di Cuvier, che medialmente è limitato dalla cavità celomatica, che ventralmente si getta sulla parete dorsale della cavità pericardica.

Seguendo i tagli caudalmente si trovano i dutti di Cuvier situati più ventralmente, allora il connettivo sopra ricordato si mostra unito con quello delle pareti del corpo per maggiore estensione.

Seguitando la serie dei tagli caudalmente si vede ben presto apparire lateralmente al corpo di Wolff una stretta fessura (Fig. 3) che è un prolungamento della cavità celomatica e che limita lateralmente il corpo di Wolff. A misura che nell'esame delle sezioni si procede caudalmente si incontra la fessura più estesa dorsalmente e ventralmente; allora la piega del rene primitivo, assai corta, si mostra bene distinta (Fig. 3, 4).

La piega seguita dorsalmente nel corpo di Wolff, medialmente e lateralmente è limitata dalla cavità celomatica, ventralmente è unita alla membrana pleuro-pericardica ed al connettivo delle pareti del corpo.

Appena cessata la unione della piega con la membrana pleuro-pericardica apparisce dorsalmente alla parete della vena cava e del canale di Cuvier, tessuto epatico.

Finito il rapporto della piega con la membrana pleuro-pericardica ci apparisce il corpo di Wolff libero nella cavità celomatica (Fig. 4) e non presenta piega, la sua superficie ventrale e quella laterale per breve estensione, sono ricoperte da uno strato di epitelio cubico che formerà l'ostio addominale del condotto di Müller. Anche quando esiste la piega in rapporto con la membrana pleuro-pericardica e con il connettivo delle pareti del corpo si vede già sul corpo di Wolff questo epitelio interrotto dalla piega (Fig. 3, 4). Hoffmann lo riprodusse in una Figura (Taf. CLXX, Fig. 1) tolta da un taglio trasversale di embrione di *Lacerta agilis*.

In embrione di *Lacerta agilis* con lunghezza massima di 7 $^1/_2$ mm., con lunghezza massima della testa di 3 $^1/_2$ mm., le pieghe dei reni primitivi sono molto bene sviluppate (Fig. 5).

La porzione di cavità celomatica che limita lateralmente le

pieghe si vede apparire nel suo estremo craniale come strettissima fessura ovoidale in vicinanza della base delle pieghe, ciò significa che a questo stadio la cavità celomatica presenta un prolungamento dorsalmente e che questo prolungamento termina a punta.

Mentre nell'altro embrione il corpo di Wolff trovasi anche per molta estensione cranialmente alle pieghe, in questo si incontrano i primi tagli delle pieghe nei quali non si vede ancora il corpo di Wolff; ma ben presto le pieghe appariscono con la loro base in rapporto con il corpo di Wolff.

Le pieghe del corpo di Wolff (Fig. 5) si spingono ventralmente con direzione un po' obliqua dallo interno allo esterno, decorrono lateralmente all'esofago ed ai polmoni in corrispondenza della convessità dei quali presentano una superficie concava. Ventralmente hanno colla membrana pleuro-pericardica i medesimi rapporti che ho descritti nell'altro embrione, in questo stadio le pieghe sono unite anche al fegato (Fig. 5).

Degne di essere descritte sono in questo stadio le disposizioni che presenta la piega nella superficie ventrale del corpo di Wolff. Nell'altro embrione abbiamo trovato la piega solo nel suo estremo craniale, in questo stadio invece esiste bene manifesta la piega lungo la superficie ventrale del corpo di Wolff (Fig. 6), quindi necessariamente deve aversi una disposizione diversa anche per l'epitelio che forma l'ostio addominale del condotto di Müller.

La piega del rene primitivo, cessata la sua unione al fegato, rimane libera con il margine ventrale nella cavità celomatica (Fig. 6). Sul margine libero della piega, che prima è pianeggiante apparisce uno strato di epitelio cilindrico, poi il margine si incava. La incavatura, non è altro che l'ostio addominale del condotto di Müller. Alla apertura del condotto di Müller fa seguito il condotto di Müller; l'una e l'altro si trovano sul margine libero della piega.

La piega rimasta libera ha la base sul corpo di Wolff dal quale è diretta ventralmente ed un po' lateralmente, poi si pone nella superficie laterale del corpo di Wolff sulla quale apparisce nella piega il condotto di Müller. A misura che si procede caudalmente si trova che la piega percorre dorsalmente la superficie laterale del corpo di Wolff e che nello estremo

dorsale di questa superficie la piega va a confondersi con il connettivo del corpo di Wolff. Il condotto di Müller si appoggia al condotto del corpo di Wolff.

In embrione con lunghezza massima di 8 1/2 mm., con lunghezza massima della testa di 4 1/2 mm., è da notare che la piega si è allungata in direzione dorso-ventrale e si attacca al tronco per maggiore estensione; che nel suo estremo craniale il corpo di Wolff si è spostato un po' lateralmente e ventralmente, tanto che ci apparisce unito al dorso, lateralmente alla aorta, per mezzo di un corto mesenterio (Fig. 7).

In embrione con lunghezza massima di 10 mm., con lunghezza massima della testa di 5 mm., si vede la piega ancora più lunga e molto assottigliata, inserita sulle pareti della cavità celomatica e sul fegato. Lo spostamento del corpo di Wolff in questo stadio è considerevole. Il corpo di Wolff è unito al dorso per mezzo di un mesenterio lungo e sottile. La piega che rimane dorsalmente al corpo di Wolff è la porzione della piega del rene primitivo che rimane dorsalmente all'ovidutto ed all'epididimo negli individui adulti.

Dunque possiamo stabilire che la piega del rene primitivo proviene dal connettivo che trovasi ventralmente al corpo di Wolff; che il corpo di Wolff è unito ventralmente, per mezzo di questa piega alla membrana pleuro-pericardica ed al connettivo delle pareti del corpo; che la piega del rene primitivo ha la base sul corpo di Wolff; che lateralmente e medialmente è limitata dalla cavità celomatica; che il condotto di Müller è fissato da questa piega al corpo di Wolff, *quindi la piega potrebbe considerarsi come mesenterio del condotto di* Müller.

Prima di lasciare lo sviluppo delle pieghe dei reni primitivi nella *Lacerta agilis*, voglio osservare come allo stato embrionario questa piega non è divisa in due porzioni quale si trova negli individui adulti, ma è continua. Questo fatto, avvalorato dalla disposizione che trovammo come normale nel *Camaeleon vulgaris* e come varietà nella *Lacerta agilis* e nella *Lacerta muralis*, ci deve persuadere che nei Sauri la porzione dorsale e la porzione ventrale della piega del rene primitivo devono essere considerate come una sola unità.

Studiamo ora come si sviluppano nei mammiferi le pieghe che chiudono dorsalmente, lateralmente e ventralmente il recesso parieto-dorsale.

Per le ricerche di Ravn sappiamo che dalla parete dorsale del recesso parieto-dorsale sorge una piega che decorre dal lato craniale e laterale verso il caudale ed il mediale. Questa piega che da principio è unita alla membrana pleuro-pericardica passa dalla parete dorsale del recesso anche nella parete laterale e si continua da qui nella superficie dorsale della membrana pleuro-pericardica.

Già in questo stadio, afferma Ravn, si vede anche sulla parete-ventrale del recesso un accenno di una piega in continuazione della piega ricordata, la quale si estende nella superficie dorsale del lobo dorso-laterale del fegato medialmente e caudalmente fino al punto mediale di origine della piega sopra descritta. Quando questa piega si è un po' più sollevata, trovasi nella parete dorsale e nella parete ventrale del recesso parieto-dorsale una piega sporgente (pilastri di Uskow). Nelle estremità laterale e mediale passano queste due pieghe una nell'altra ed il recesso viene così ristretto per mezzo di una piega in forma di anello.

Allo scopo di stabilire omologie tra la piega del rene primitivo dei rettili ed i pilastri di Uskow, debbo studiare il modo di origine di questi pilastri ed i loro rapporti.

In un embrione di Cavia lungo 6 $^1/_2$ mm., con lunghezza massima della testa di 4 mm., esistono i pilastri di Uskow. Seguendo i pilastri cranialmente si trova che sempre più si avvicinano a misura ci spingiamo innanzi e che finiscono col riunirsi (Fig. 8). A destra i pilastri sono riuniti debolmente. Sicchè seguendo i pilastri cranialmente si vede che sono in continuazione uno dell'altro e costituiscono una piega.

La piega lateralmente e medialmente è limitata dalla cavità celomatica, dorsalmente prima seguita con il connettivo che trovasi al davanti delle vene cardinali, più caudalmente è unita per breve estensione al corpo di Wolff, ventralmente è in rapporto con il connettivo delle pareti del corpo e con la membrana pleuro-pericardica. Il rapporto con la membrana pleuro-pericardica si fa più esteso a misura si procede caudalmente.

In embrioni di Cavia più giovani si trovano i pilastri di Uskow, ma solo a sinistra; a destra esiste un accenno al pilastro dorsale. A sinistra si ha nello estremo craniale della piega la stessa disposizione che nell'embrione sopra descritto. A de-

stra, ove il pilastro dorsale è appena accennato, non si scorge il pilastro ventrale.

I due pilastri sono in continuazione uno dell'altro fino dalla loro origine e costituiscono una piega. Può esistere solo un accenno al pilastro dorsale, in questo caso la piega trovasi nel suo primissimo stadio di sviluppo, ma allora non si scorge il pilastro ventrale.

In embrioni più sviluppati di quello sopra descritto la piega è unita ventralmente al margine dorsale del diaframma primario, in prossimità del quale si spinge il tessuto epatico.

Se confrontiamo il modo di origine ed i rapporti nei primi stadii di sviluppo tra la piega studiata nella Cavia e la piega del rene primitivo della *Lacerta agilis* si nota solo una differenza, non sostanziale, che è questa: nella Cavia si incontra il corpo di Wolff in rapporto con la piega più caudalmente che nella *Lacerta agilis.*

Nella *Lacerta agilis* trovammo che il condotto di Müller ha intimo rapporto con la piega del rene primitivo. Cerchiamo ora questo rapporto nei mammiferi.

In embrione di Cavia con lunghezza massima di 9 mm., con lunghezza nucale di 8 $^1/_2$ mm., si vede nella superficie laterale della piega del rene primitivo, un leggero avvallamento (Fig. 9) rivestito da uno strato di epitelio cilindrico; questo avvallamento non è altro che l'ostio addominale del condotto di Müller.

In embrione con lunghezza massima di 10 $^1/_2$ mm. con lunghezza nucale di 9 $^1/_2$ mm. l'ostio addominale è più profondo.

Cessata la unione della piega con il margine dorsale del diaframma primario, la piega resta libera nella cavità celomatica e l'ostio addominale del condotto di Müller ed il condotto di Müller sono compresi sul margine libero della piega. Quindi anche nei mammiferi è intimo il rapporto tra piega del rene primitivo e condotto di Müller.

Il lettore che attentamente ha seguito le disposizioni, allo stato embrionario, della piega del rene primitivo nei rettili e delle pieghe che nei mammiferi chiudono dorsalmente, lateralmente e ventralmente il recesso parieto-dorsale si sarà persuaso della omologia di queste pieghe; nelle conclusioni farò la sintesi dei caratteri che stabiliscono indubbiamente questa omologia.

Come testimonianza dell'intimo rapporto tra piega del rene primitivo e diaframma rimane nei feti dei mammiferi il mesenterio del corpo di Wolff che Kölliker trovò e descrisse.

Conclusioni.

In alcuni rettili adulti esistono le pieghe dei reni primitivi che accolgono l'ovidutto nella femmina, l'epididimo nel maschio, che sono inserite alla parete dorsale e laterale della cavità pleuro-peritoneale. Nella *Seps chalcides*, nella *Lacerta viridis*, nella *Lacerta agilis*, nella *Lacerta muralis* la linea d'inserzione sul dorso e sulla parete laterale, corrisponde alla linea che divide la parte intensamente pigmentata dalla parte lievemente pigmentata della cavità pleuro-peritoneale.

Queste pieghe giunte nel passaggio tra la parete laterale e la parete ventrale della cavità pleuro-peritoneale cessano nel *Platydactylus muralis*, nella *Seps chalcides*, nella *Lacerta viridis*, nella *Lacerta agilis*, nella *Lacerta muralis*, ma in direzione di queste pieghe, ne sorgono, nella *Lacerta viridis*, nella *Lacerta agilis*, nella *Lacerta muralis*, dalla parete ventrale della cavità pleuro-peritoneale due altre che si gettano sul fegato e sul tronco della vena cava.

Queste due ultime pieghe devono essere considerate come una continuazione di quelle che provengono dall'ovidutto e dall'epididimo perchè allo stato embrionario *(Lacerta agilis)* sono in continuazione una dell'altra e perchè in continuazione una dell'altra sono normalmente nel *Camaeleon vulgaris* e come varietà nella *Lacerta agilis* e nella *Lacerta muralis*.

La piega del rene primitivo negli embrioni di *Lacerta agilis* proviene dal connettivo che trovasi ventralmente al corpo di Wolff. Il corpo di Wolff è unito ventralmente per mezzo di questa piega alla membrana pleuro-pericardica ed al connettivo delle pareti del corpo, poi è unito anche al fegato. La piega ha la base sul corpo di Wolff, lateralmente e medialmente è limitata dalla cavità celomatica.

In stadii molto giovani trovasi solo l'estremo craniale della piega. In questi stadii nella superficie laterale e mediale della piega, nella superficie ventrale e nella parte anteriore della superficie laterale del corpo di Wolff si incontra l'abbozzo dell'ostio addominale del condotto di *Müller*.

In stadii più avanzati esiste nella superficie anteriore del corpo di Wolff la piega. Allora si vede sul margine libero di questa l'ostio addominale del condotto di Müller, poi sempre su questo margine apparisce il condotto di Müller che spostandosi insieme alla piega lateralmente e dorsalmente sul corpo di Wolff, va ad addossarsi al condotto di Wolff. La piega finisce confondendosi con il connettivo del corpo di Wolff. Questi rapporti ci mostrano che la piega unisce il condotto di Müller al corpo di Wolff, quindi essa potrebbe essere considerata come mesenterio del condotto di Müller.

Nei mammiferi (Cavia) le pieghe che chiudono dorsalmente, lateralmente e ventralmente, il recesso parieto-dorsale (pilastri di Uskow) sono fino dalla loro origine una in continuazione dell'altra. Hanno la loro base sul connettivo che trovasi immediatamente al davanti delle vene cardinali, più in basso la loro base è sul corpo di Wolff; sono limitate lateralmente e medialmente dalla cavità celomatica, ventralmente sono unite al connettivo delle pareti del corpo ed alla membrana pleuro-pericardica; in stadii più avanzati sono in rapporto, ventralmente, con il margine dorsale del diaframma primario in prossimità del quale si spinge il tessuto epatico. Rapporto intimo hanno queste pieghe anche con il condoto di Müller. Nella superficie laterale della piega trovasi l'ostio addominale del condotto di Müller. Cessata la unione della piega con il diaframma primario la piega resta libera nella cavità celomatica e l'ostio addominale del condotto di Müller ed il condotto di Müller sono compresi sul margine libero della piega. E così la piega si presenta come mesenterio del condotto di Müller.

È patente la omologia tra pieghe dei reni primitivi dei rettili e pieghe che chiudono dorsalmente, lateralmente e ventralmente il recesso parieto-dorsale nei mammiferi, quindi queste pieghe dovrebbero chiamarsi anche nei mammiferi pieghe dei reni primitivi e non si dovrebbero più ammettere i pilastri dorsali ed i pilastri ventrali ma si dovrebbe affermare che nei mammiferi il recesso parieto-dorsale è chiuso dorsalmente, lateralmente e ventralmente dalle pieghe dei reni primitivi.

Ravn afferma giustamente che si deve interpetrare come un accenno al diaframma dorsale quella porzione di piega del rene

primitivo che sorge nella *Lacerta viridis* su la linea di confine tra la parte non pigmentata e la parte pigmentata della cavità pleuro-peritoneale. Ma come accenno al diaframma dorsale dei mammiferi deve considerarsi anche quella piega che nasce dalla parete ventrale della cavità pleuro-peritoneale e che trovasi in unione con l'altra piega negli embrioni di *Lacerta agilis*, negli individui adulti di *Camaeleon vulgaris* e come varietà nella *Lacerta agilis* e nella *Lacerta muralis.*

Questo lavoro fu fatto nell' Istituto Anatomico di Innsbruck. Al Prof. F. Hochstetter rendo le più sentite grazie per la squisita cortesia che mi usò.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II.

A. — Aorta.
A. c. M. — Abbozzo dell'ostio addominale del condotto di Müller.
A. p. — Abbozzo dei polmoni.
C. C. — Canale di Cuvier.
C. c. — Cavità celomatica.
C. W. — Corpo di Wolff.
D. d. — Diaframma dorsale (Piega del rene primitivo).
E. — Epididimo.
Es. — Esofago.
F. — Fegato.
O. — Ovario.
O. c. M. — Ostio addominale del condotto di Müller.
Ov. — Ovidutto.
P. — Polmone.
P. r. p. — Piega del rene primitivo.
P. v. r. p. — Porzione ventrale della piega del rene primitivo.
S. v. — Seno venoso.
T. — Testicolo.
T. e. — Tessuto epatico.
T. p. — Tubo polmonare.
V. c. — Vena cardinale.
V. c. p. — Vena cava posteriore.

Le figure 3-9 sono disegnate al microscopio di Verick (Ob. 0, Oc. 1, Tubo alzato).

Fig. 1. — *Lacerta agilis* femmina. A destra sono riprodotte le due porzioni della piega del rene primitivo. Il margine laterale dell'ovidutto è tirato ventralmente. A sinistra è riprodotta solo la porzione ventrale della piega.

Fig. 2. — *Lacerta agilis* maschio. A destra sono riprodotte le due porzioni della piega del rene primitivo; a sinistra è riprodotta solo la porzione ventrale.

" 3. — Sezione trasversale di embrione di *Lacerta agilis* con lunghezza massima di 5 mm., con lunghezza massima della testa di 2 1/2 mm. A destra si vede la piega del rene primitivo e su questa l'abbozzo dell'ostio addominale del condotto di Müller. A sinistra si vede un pò più cranialmente il prolungamento della cavità celomatica, che limita la piega.

" 4. — Sezione trasversale dello stesso embrione eseguita un pò più caudalmente. A sinistra si vede la piega del rene primitivo, a destra si vede il corpo di Wolff sprovvisto di piega, con l'abbozzo dell'ostio addominale del condotto di Müller.

" 5. — Sezione trasversale di embrione di *Lacerta agilis* con la lunghezza massima di 7 1/2 mm., con la lunghezza massima della testa di 3 1/2 mm. Si vede a destra ed a sinistra la piega del rene primitivo bene sviluppata.

" 6. — Sezione trasversale del medesimo embrione eseguita un pò più caudalmente. Da ambo i lati si vede la piega del rene primitivo unita al corpo di Wolff con la base e per il resto libera nella cavità celomatica, ventralmente contiene l'ostio addominale del condotto di Müller.

" 7. — Sezione trasversale di embrione di *Lacerta agilis* con la lunghezza massima di 8 1/2 mm., con la lunghezza massima della testa di 4 1/2 mm. Si vede la piega del rene primitivo unita per la base al corpo di Wolff e libera per il resto nella cavità celomatica. Il corpo di Wolff ha subito uno spostamento lateralmente e ventralmente.

" 8. — Sezione trasversale di embrione di *Cavia* con lunghezza massima di 6 1/2 mm., con lunghezza massima della testa di 4 mm.; si vede l'estremo craniale del diaframma dorsale (Piega del rene primitivo).

" 9. — Sezione trasversale di embrione di *Cavia* con la lunghezza massima di 9 mm., con la lunghezza nucale di 8 1/2 mm.; sul diaframma dorsale (Piega del rene primitivo) si vede l'ostio addominale del canale di Müller.

ECHINIDI NEOGENICI DEL MUSEO PARMENSE

NOTA

DEL

Dott. P. E. VINASSA DE REGNY

Allo scopo di illustrare qualcuno dei gruppi animali conservati nel Museo geologico e paleontologico Parmense, il prof. Simonelli, che dal suo canto si occupava di altri fossili, volle esser tanto cortese da affidarmi lo studio degli echini. Pubblicai già una breve nota preventiva [1] dando l'elenco delle forme da me determinate, e oggi presento questa breve memoria, la quale non verrà forse considerata come inutile, in riguardo alla ristretta conoscenza delle forme neogeniche di echini dell'Appennino settentrionale e specialmente del Parmense. Infatti sino ad ora non si conoscevano che le poche forme citate dal Manzoni [2], che ricordava del Pliocene di questi luoghi le seguenti:

Dorocidaris papillata Leske
Cidaris rosaria Bronn
Porocidaris serraria Bronn
Echinus hungaricus Laube
Psammechinus monilis Desm.
Echinocyamus pusillus Muell.
Echinolampas hemisphaericus Lmk.
Echinolampas sp. (?)
Bryssopsis lyrifera Ag.
Toxobrissus crescenticus Des. (?)
Schizaster canaliferus Ag.

Mentre quindi il Manzoni, come risulta dalla nota precedente, conosceva 9 forme sicure e 2 dubbie, io ho potuto determinare nel Pliocene le seguenti 17 forme:

---

(1) Atti Soc. tosc. di Sc. nat. Proc. verb., X, Adunanza del 1° marzo 1896.
(2) *Echinodermi fossili pliocenici*. Proc. verbali Soc. tosc. di Sc. nat., IV, Pisa 1880.

Cidaris rosaria Bronn
Porocidaris serraria Bronn
Porocidaris cfr. *serraria* Bronn
Dorocidaris papillata Leske
Dorocidaris cfr. *Bartletti* Al. Ag.
Dorocidaris cfr. *Blakei* Al. Ag.
Echinus hungaricus Laube
Psammechinus monilis Desm.
» var. *depressa* n. var.
Psammechinus n. f. ind.
Echinocyamus pusillus Muell.
(?) *Clypeaster Guidottii* n. f.
Echinolampas hemisphaericus Lmk.
Bryssopsis lyrifera Knorr
Schizaster sp. ind.
» *canaliferus* Ag.
Hemiaster major Desor

Dal Miocene, probabilmente Elveziano, di Vigoleno e Ciano d'Enza, provengono le seguenti specie:

1. *Clypeaster* sp. ind.
2. *Schizaster* cfr. *Desori* Wright
3. *Pericosmus* cfr. *affinis* Laube
4. *Spatangus austriacus* Laube

Tralasciando di occuparci delle forme mioceniche, vediamo che le forme plioceniche oggi viventi, oltre che nel Mediterraneo, sono pure comuni nei mari caldi; non è quindi fuor di luogo supporre, che probabilmente vanno sensibilmente mutate le idee esposte già dal Manzoni, sulla somiglianza cioè della fauna pliocenica colla attuale mediterranea. Anche Simonelli (*Antozoi pliocenici del Ponticello di Savena,* Palaeont. italica, I, pag. 167) nota la differenza per gli antozoi tra la fauna pliocenica del Ponticello e quella attualmente vivente nel Mediterraneo; Fornasini pure è giunto a egual risultato pei foraminiferi, ed è probabile che ulteriori studi sulla fauna generale del Pliocene diano forse risultati notevoli e assai diversi da quelli sino ad ora ammessi.

Dallo specchio seguente, in cui ho notato però le sole forme plioceniche, si vede che tutte quelle oggi viventi si trovano tanto nel Mediterraneo quanto nell'Atlantico; eccettuate le due forme *Dorocidaris* cfr. *Bartletti,* e *D.* cfr. *Blakei,* le quali sono esclusive dell'Atlantico; ma avendosi soltanto i radioli non vi è da dare ad esse una eccessiva importanza. A questo proposito anzi voglio nuovamente ricordare quanto già dissero Manzoni ed altri: la poca importanza cioè che hanno le varie forme di radioli, e quanto sia necessario andar cauti nel fondare su di essi soltanto nuove specie o nel fare qualche determinazione.

Elenco degli Echinidi neogenici del Parmense.

NOME DELLA SPECIE	Pliocene			Miocene			Viventi	
	Parmense	Toscana	Pianosa	Corsica	Austria	Bolognese	Mediterraneo	Atlantico
Cidaris rosaria BRONN.	cc[1]	+	—	—	—	—	—	—
Porocidaris serraria BRONN. . . .	cc	+	—	—	—	—	—	—
» cfr. *serraria* BRONN. . .	rr	—	—	—	—	—	—	—
Dorocidaris papillata LESKE . . .	cc	+	—	—	+	+	+	+
» cfr. *Bartletti* AL. AG. .	r	—	—	—	—	—	—	+
» cfr. *Blakei* AL. AG. . .	r	—	—	—	—	—	—	+
Echinus hungaricus LAUBE . . .	c	+	—	—	+	—	—	—
Psammechinus monilis DESM. . .	cc	—	+	—	+	—	—	—
» var. *depressa* n. var. .	c	—	—	—	—	—	—	—
Psammechinus n. f. ind.	rr	—	—	—	—	—	—	—
Echinocyamus pusillus MUELL . .	cc	+	+	—	+	—	+	+
Clypeaster Guidottii n. f.	?	—	—	—	—	—	—	—
Echinolampas hemisphaericus LMK. .	c	+	—	+	+	+	—	—
Bryssopsis lyrifera KNORR. . . .	r	—	—	—	—	+	+	+
Schizaster sp. ind.	r	—	—	—	—	—	—	—
» *canaliferus* AG.	cc	+	—	—	—	—	+	+
Hemiaster major DESOR	r	+	—	—	—	—	—	—

[1] Ho indicato con lettere la maggior o minor frequenza dei fossili; così *c* vuol dire comune; *cc*, comunissimo; *r*, raro; *rr*, rarissimo.

Elenco dei principali libri consultati

1848. Gras Albin. *Description des Oursins fossiles du Département de l' Isère.* Grenoble-Paris.

1850. Aradas A. *Monografia degli Echinidi viventi e fossili di Sicilia.* Atti Accademia Gioenia, Vol. V, Serie II, Catania.

1885. Wright. *On fossils Echinoderms from the island of Malta.* Annals and Magazine of natural History, Vol. XV.

1858. Desor E. *Synopsis des Echinides fossiles.* Paris-Wiesbade.

1859. Michelin H. *Monographie des Clypeastres fossiles.* Mém. Soc. géol. de France, II série, T. VII, Mém. n. 2, pag. 101.

1862. Meneghini G. *Sugli Echinodermi fossili neogenici di Toscana,* con 2 tav., Siena.

1871. Laube G. C. *Die Echinoiden der österreichisch-ungarischen oberen Tertiärablagerungen.* Abhandl. der k. k. geol. Reichsanst., Band V, Heft 3.

1872. Agassiz A. *Revision of the Echini.* Cambridge 1872, 1874.

1877. Locard A. et Cotteau G. *Description de la faune des terrains tertiaires moyens de la Corse.* Paris.

1878. Manzoni A. *Gli Echinodermi fossili dello Schlier delle colline di Bologna.* Denksch. der k. k. Akad. der Wissensch. Band 39, Abth. I.

1880. Manzoni A. *Echinodermi fossili della Mollassa serpentinosa* ecc., Ibidem, Band. 42, Abth. II.

1880. Manzoni A. *Echinodermi fossili pliocenici.* Atti Società tosc. d. Sc. nat., Proc. Verb., Vol. IV, Adun. 14 marzo 1880.

1880. Fuchs Th. *Ueber einige tertiäre Echinide aus Persien.* Sitzungb. der k. Akad. der Wissensch., Band LXXXI, März-Heft, Wien.

1880. Seguenza. *Le formazioni terziarie nella provincia di Reggio.* Mem. Accad. dei Lincei, Serie III, Vol. VI.

1883. Agassiz A. *Report on the Echini of the " Blake ".* Cambridge Mass. 1883.

1883. Fuchs in Zittel. *Beiträge zur Kenntniss der Geologie und Paleontologie der Lybischen Wüste.* Paleontographica, XXX, Cassel.

1884. Simonelli V. *Il Monte della Verna ed i suoi fossili.* Boll. Soc. geol. it., Anno II, Fasc. 3.

1889. Simonelli V. *Terreni e fossili dell' isola di Pianosa nel mar Tirreno.* Boll. Com. geol., Serie II, Vol. X, fasc. 7, 8, pag. 193.

DESCRIZIONE DELLE SPECIE

Olostomata.

Gen. **Cidaris** Lmk.

Cidaris rosaria Bronn.

1862. *Cidaris rosaria* Bronn. Meneghini. *Echinod. neogenici della Toscana,* pag. 16, tav. II, fig. 6, 7 (*cum syn.*).
1880. *Cidaris rosaria* Bronn. Manzoni. *Echin. pliocenici,* pag. 3.

È una forma comunissima nel Parmense. Nel nostro Museo se ne hanno molti esemplari raccolti dal Guidotti accompagnati dal cartellino seguente: " Aculei fossili di un Echinoderma, cioè della *Cidarites nobilis* del Münster e del Goldfuss. — Nota. Questi aculei furono creduti dal sig. dott. Gio. Michelotti da Torino specie di Antipati, e da lui nominati *Anthipates serialis, hirta, signata*!!! " (sic). Come si vede, l'attento e diligente Guidotti aveva già prima del Meneghini riconosciuto l'identità delle forme del Michelotti colla *C. nobilis* (non Münst., non Goldf.), figurata dal Sismonda, la quale forma risponde alla *C. rosaria* di Bronn.

I radioli appartenenti a questa specie sono facilmente riconoscibili per i loro aculei assai tra loro lontani, distribuiti per lo più in quattro serie, più o meno regolarmente equidistanti. Ma per la variabilità nell'ornamentazione sono molto notevoli alcuni esemplari nei quali gradatamente le striature longitudinali prendono il sopravvento sopra la metà inferiore del radiolo, sino a obliterare totalmente le spine. Si hanno quindi radioli che da una parte rassomigliano alla *C. rosaria* tipica e dall'altra invece hanno un aspetto affatto diverso.

Comune a Bacedasco, Tabiano e alla Costa presso Traversetolo.

Gen. **Porocidaris** Des.

Porocidaris serraria Bronn.

1862. *Porocidaris serraria* Bronn. Meneghini. *Echinodermi neog. di Toscana,* pag. 10, tav. II, fig. 1, 2; tav. I, fig. 3-5 (*cum syn.*).
1862. *Cidaris limaria* Bronn. Meneghini. Op. cit. pag. 19, tav. II, fig. 2.
1880. *Porocidaris serraria* Bronn. Manzoni. *Echinod. pliocenici*, pag. 4.

Manzoni inclina a considerare questa forma come una varietà della *Cidaris rosaria* Bronn; e poichè dobbiamo fondarci sopra soli radioli potrebbe benissimo anche aver ragione. Ma non perciò credo inutile accennare anche a questa forma, benissimo figurata e maestrevolmente descritta dal Meneghini, la quale sembra assai rara nelle argille di Bacedasco, da dove però vien citata anche dal Manzoni.

Porocidaris cfr. serraria Bronn.

È questo un frammento di radiolo determinato dal Guidotti come *Cidaris serraria* Bronn. Esso però si distingue da questa specie assai bene a prima vista per le crenulazioni spinose molto più rade, quasi come nella *C. rosaria* Bronn. Ma da questa la tengono distinta le due sole serie di spine e la sezione ellittica.

Sembra forma assai rara, conoscendone un solo frammento delle argille di Bacedasco.

Nessuna delle forme atlantiche viventi che io conosco ha radioli simili a questo.

Gen. **Dorocidaris** Ag.

Dorocidaris papillata Leske.

1871. *Cidaris Schwabenaui* Laube. *Echinoiden der ober. Tertiärabl.* pag. 58, tav. 16, fig. 1.
1874. *Dorocidaris papillata* Leske. A. Agassiz, *Revision of the Echini*, II, pag. 254 (*cum syn.*).
1878. *Dorocïdaris papillata* Leske. Manzoni. *Echinodermi dello Schlier di Bologna*, pag. 5, tav. III, fig. 25-26.

1880. *Dorocidaris papillata* Leske. Manzoni. *Echinodermi della Mollassa serpentinosa,* pag. 4.

1880. *Dorocidaris papillata* Leske. Manzoni. *Echinodermi fossili pliocenici* pag. 3.

Numerosissimi sono i radioli che si trovano di questa bella specie, oggi vivente e nel nostro Mediterraneo e nell'Atlantico. Essi sono variabilissimi tanto nella forma quanto nelle ornamentazioni. Ve ne sono alcuni, e sono i più piccoli, che misurano circa 20 mm. di lunghezza. Questi sono leggermente rigonfi nel loro terzo inferiore, e vanno quindi gradatamente terminando in una punta non molto acuta. Numerosi e fitti granuli posti in serie molto avvicinate adornano tutta la superficie. Queste serie sono più o meno regolari, e talvolta cessano, talvolta sembrano bipartirsi. Crescendo le dimensioni del radiolo, cessa per lo più l'accenno alla rigonfiatura nel terzo inferiore, e i radioli divengono perfettameute conici; a seconda dell' età e dello stato di conservazione cangiano anche un poco gli ornamenti, dacchè si trovano radioli in cui sono quasi del tutto scomparsi i granuli e si hanno invece coste lineari, acute, sempre numerosissime, leggermente granulose: altri invece sono tutti quanti nodulosi e quasi sagrinati.

Questa grande variabilità è stata forse la causa, che numerose forme credute nuove siano da riferirsi invece a questa forma vivente. Mi sembra non esservi dubbio che sia da riferire ad essa la *Cidaris Schwabenaui* del Laube, come anche asserì lo stesso Manzoni. Probabilmente anche la *Cidaris signata* E. Sism. figurata dal Meneghini (*Echinodermi foss. neog. di Toscana,* pag. 23, tav. II, fig. 14) rientra in questa specie; essa non può distinguersi che per le serie dei noduli meno fitte. Anche la *C. margaritifera* Mgh. (descritta a pag. 19, tav. II, fig. 12, 13 della più volte citata memoria) non dovrà forse mantenersi come buona specie: il rigonfiamento nel terzo inferiore, benchè il radiolo sia assai sviluppato, sembra accennare alla identità colla *D. papillata.*

Nemmeno sono rare a trovarsi le placche interambulacrali riferibili a questa specie e sempre molto facilmente riconoscibili.

Bacedasco, Tulignano, Riorzo, Castellarquato e Tabiano, comunissima.

Dorocidaris cfr. **Bartletti.** Al. Ag.

È un radiolo pur troppo mancante di una parte mediana che però pei suoi ornamenti è assai fuori del comune. Le dimensioni sono limitatissime, non misurando esso completato più di 6 cm. di altezza.

Sopra all'anello si ha prima uno spazio levigato, e poi si hanno otto coste lineari, molto regolari, diritte e tutte quante minutamente seghettate. In alto tale seghettatura svanisce poco a poco, e le coste levigate vanno morendo verso l'apice. Nessuna delle forme fossili neogeniche ha questa ornamentazione così caratteristica. Tra le viventi si ha invece una immensa somiglianza, tranne che per le dimensioni assai più limitate, col radiolo della *Dorocidaris Bartletti* Al. Ag. (*Rep. of the Echini of the Blake*, pag. 19, tav. II, fig. 20) delle Barbados. Naturalmente sopra un solo radiolo non so dare una determinazione specifica, solo mi è parso utile accennare a questo fatto, che con nuovo materiale potrebbe avere la sua importanza.

Dorocidaris cfr. **Blakei** Al. Ag.

Oltre a varie placchette che ricordano immensamente questa specie esclusiva dell'Atlantico, ho pure qualche radiolo, che molto si assomiglia a quelli di questa specie.

A confermare poi questa mia determinazione si è aggiunto un radiolo completo, perfettamente rispondente, che è stato trovato recentemente dal prof. Simonelli nel Tortoniano di Castelnuovo dei Monti. Di questo radiolo benissimo conservato parlò il Simonelli in una sua nota preventiva, pubblicata nella Rivista italiana di Paleontologia, (anno II, fascicolo V) ed io fui lietissimo che si aggiungesse nuovo materiale a rendere più probabile la mia determinazione.

Dorocidaris sp. ind.

Alcune placchette che si conservano in questo Museo mostrano in parte somiglianze assai notevoli con quelle della *Cidaris margaritifera* Mgh. (*Ech. neog. d. Tosc.* pag. 19, tav. II, fig. 13), ed

in parte colla *C. Münsteri* E. Sism. (Meneghini, loc. cit. pag. 21, tav. II, fig. 9, 10). Non saprei però con esattezza a quale veramente riferirle, e dato il cattivo stato degli esemplari non azzardo a identificarle con alcuna delle specie viventi: certo che le somiglianze colle *Dorocidaris* attuali, specialmente la *D. papillata* Leske, *D. Blackei* A. Ag. e *D. Bartletti* A. Ag. è molto spiccata.

Varie altre Cidariti sono citate da Bacedasco ecc., e tra queste, anche secondo Manzoni (*Ech. pliocenici*, pag. 4), la *C. signata* E. Sism. e la *Rabdocidaris oxyrine* Mgh. Della prima ho già detto che, insieme alla *C. margaritifera* Mgh., rientra forse nella vivente *Dorocidaris papillata* Leske, la seconda pure non rappresenta, secondo me, che un radiolo diverso per posizione sul guscio, a forma spatolata, come se ne hanno in molte forme fossili e viventi, ad esempio nella *Dorocidaris Blackei* A. Ag. (*Report on the Echini of " Blake "*, pag. 10, tav. I, tav. II, fig. 1-14). A questo proposito torno a ripetere quanto già dissi rispetto alla importanza dei soli radioli.

Glyphostomata.

Gen. **Echinus** Des.

Echinus hungaricus Laube.

1871. *Echinus hungaricus* Laube. *Echinoiden der öst.-ung. oberen Tertiärablagerungen*, pag. 60, tav. XVI, fig. 3.
1871. *Echinus dux* Laube. Loc. cit., pag. 60, tav. XVI, fig. 2.
1880. *Echinus hungaricus* Laube. Manzoni. *Echinidi pliocenici,* pag. 4.

Un bellissimo esemplare di Castellarquato si distingue dal tipo figurato da Laube per una maggiore regolarità nella disposizione dei tubercoli delle zone ambulacrali, ove si ha costantemente un solo grosso tubercolo in vicinanza dei pori, e altri minori sparsi sulla placchetta. Come si può vedere confrontando la figura 2*a* della tav. XVI del lavoro del Laube, questo carattere risponde bene a quanto si osserva nell'*E. dux* Laube; ora, poichè per le rimanenti ornamentazioni e per la forma generale il nostro esemplare è rispondentissimo al vero *E. hungaricus,* non credo di andare errato riunendo le due forme

del Laube in una sola, cosa a cui anche mi conforta l'autorevole parere del Manzoni (*Echinod. plioc.*, pag. 5).

Castellarquato, sabbie gialle.

Gen. **Psammechinus** Ag.

Psammechinus monilis Desm.

1871. *Psammechinus monilis* Desm. Laube. *Echin. der öst.-ung. oberen Tertiärabl.* pag. 59 (*cum syn.*).
1880. *Psammechinus monilis* Desm. Manzoni. *Echinod. pliocenici*, pag. 6.

Una delle forme più comuni nel Pliocene del Parmense e facilissimo a trovarsi benissimo conservato. Gli individui da un minimo di 4-5 mm. di diametro giungono sino a 11 mm., il quale limite però raramente viene raggiunto. In alcuni individui resta anche ben conservato tutto il sostegno dell'apparato masticatore.

Castellarquato, Lugagnano, Riorzo ecc.

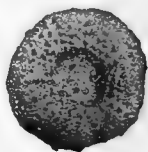
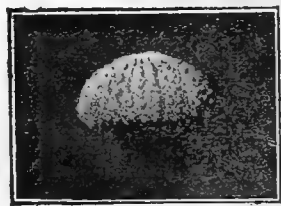
Psammechinus monilis Desm. var. **depressa** n. var. Fig. 1 *a*, 1 *b*.

Credo possa interessare la conoscenza di questa forma che non è molto rara nel Parmense. Essa mentre per gli ornamenti, la disposizione dei pori, le dimensioni e le posizioni relative delle zone ambulacrali non si allontana notevolmente dalla specie tipica, se ne distingue però per la forma molto più depressa; infatti mentre nel *Ps. monilis* comune il rapporto di altezza col diametro è circa come 100 : 140, in questa varietà invece è come 100 : 200.

Fig. 1 *a*.

Una forma assai prossima a questa varietà è il *Psammechinus affinis* Fuchs (1), il quale pure ha quasi le stesse proporzioni di altezza e di diametro; ma la specie di Persia è immensamente più rotondeggiante sui fianchi, mentre la varietà nostra è assai più acuta verso l'apice.

Fig. 1 *b*.

Ne conosco tre esemplari di cui due benissimo conservati delle sabbie gialle di Lugagnano.

(1) *Ueber einige tertiäre Echinide aus Persien*, pag. 99, tav. I, fig. 6-16.

Psammechinus n. f. ind.

È un esemplare purtroppo assai mal conservato, e che quindi non mi permette nè un sicuro riferimento a specie già nota, nè una descrizione particolareggiata. Ha una forma assai depressa, slargata in basso, assai prossima a quella precedentemente descritta della var. *depressa* del *Psammechinus monilis.* Sono caratteristici i grossi tubercoli delle zone interambulacrali, posti in un' unica serie molto distanti tra di loro e sporgenti specialmente verso il punto del massimo allargamento del perisoma. Questo fatto fa assumere all' esemplare un aspetto speciale caratteristico, simile a quello degli *Stirechinus,* al qual genere infatti l'avevo dapprima ravvicinato, mentre ho dovuto convincermi, che si trattava di un vero e proprio *Psammechinus,* di specie probabilmente nuova.

Un unico esemplare delle argille di Castellarquato.

Heterognati.

Gen. **Echinocyamus** van Phels.

Echinocyamus pusillus Muell.

1858. *Echinocyamus pusillus* Flem. Desor. *Synopsis,* pag. 218 (*cum syn.*).
1871. *Echinocyamus transylvanicus* Laube. *Echin. der öst.-ung. oberen Tertiärablag.*, pag. 61, tav. XVI, fig. 4.
1880. *Echinocyamus pusillus* Muell. Manzoni. *Echinidi pliocenici,* pag. 6.

Non difficile a trovarsi in molto ben conservati esemplari, i quali esaminati con ogni cura mi son sembrati identici alla specie vivente, non solo, ma anche perfettamente rispondenti alla forma descritta dal Laube sotto il nome di *E. transylvanicus.*

Castellarquato, sabbie gialle.

Gen. **Clypeaster** Lam.

Clypeaster Guidottii n. f. — Fig. 2*a*, 2*b*, 2*c*.

Forma assai piccola, ovale, un poco allungata verso l'alto; lateralmente nella metà quasi rettilinea; poco rigonfia. Il massimo dell'altezza si trova quasi ai $^3/_5$ verso l'indietro; in avanti la superficie scende al margine regolarmente inclinata ed in linea retta; verso l'indietro si ha una curva assai spiccata. La faccia inferiore è assai piatta verso il margine, si rigonfia

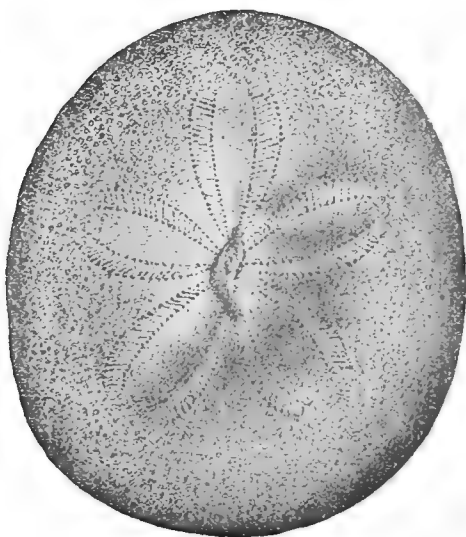
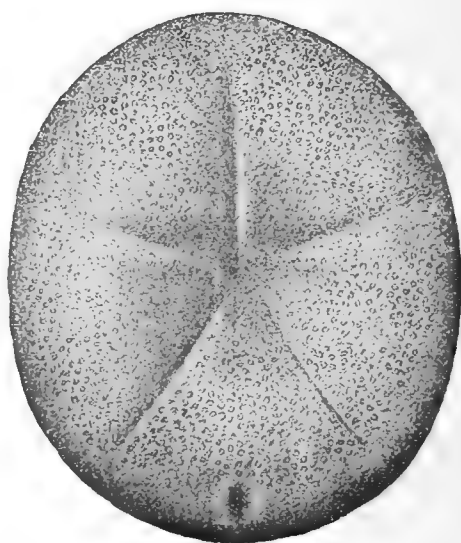



Fig. 2 *a*. Fig. 2 *b*.

Fig. 2 *c*.

leggermente verso la metà interna, e quindi si abbassa sino al peristoma, formando una depressione assai notevole. Cinque solchi assai profondi, ben distinti e leggermente ondulati partono dalla bocca, e si continuano sino al margine ove sono sempre ben visibili. Le aree ambulacrali sono petaliformi, non molto allungate, arrivando esse sin presso ad un terzo dal margine. Gli ambulacri hanno forma ovale allungata, e sono ampiamente

aperti; l'anteriore è più lungo degli altri quattro ed è assai più aperto di essi. Tutta la superficie è ricoperta di numerosi tubercoli assai fitti, disposti irregolarmente, molto più numerosi però sulla faccia inferiore che non sulla superiore. L'apertura anale è quasi marginale, a contorno leggermente ovale. I pori delle aree ambulacrali sono distintamente coniugati; ed i solchi che li uniscono sono rettilinei e assai fitti.

A causa dello stato di conservazione dell'esemplare non si distinguono maggiori particolarità nell'apparato apiciale, nelle zone porifere e interporifere e nel peristoma.

È questa, che io mi sappia, la prima forma di *Clypeaster* trovata a Castellarquato, ove sembra però rarissima. Anzi debbo avvertire che a Castellarquato io non ho mai raccolto alcun *Clypeaster*, e quindi devo citare questa località con beneficio d'inventario. La località era indicata nel solo cartellino: i cartellini del Museo però sono in generale accuratissimi essendo essi per la maggior parte fatti dal GUIDOTTI o dal DEL-PRATO entrambi molto esatti nelle loro indicazioni: mi ha fatto però ancor più dubitare della esatta provenienza di questo esemplare la presenza in collezione di un *Clypeaster*, di cui parlerò in seguito, e che offre le più grandi somiglianze con questa nuova specie e questo secondo esemplare sembra provenire dai nostri terreni elveziani. È quindi con un poco di dubbio che cito come pliocenico il *Cl. Guidottii.*

Se però vi può esser dubbio sulla esatta località di questa nuova forma, non credo che del pari sia da dubitare sulla sua determinazione.

Con nessuno dei *Clypeaster* descritti nella classica Monografia del MICHELIN, con nessuno di quelli di Reggio descritti dal SEGUENZA, nè di quelli di Egitto descritti dal FUCHS, nè di quelli di Pianosa descritti dal SIMONELLI, e nemmeno con altri, ancora inediti, e che speriamo veder presto illustrati dall'egregio dott. DI STEFANO, per citare solo i più importanti tra i fossili, si può, a mio credere, confondere questa nuova specie, che si distingue a prima vista per le sue dimensioni limitate, per la sua forma, la sua sezione e pei suoi ambulacri ampiamenti aperti.

Atelostomata.

Gen. **Echinolampas** Gray.

Echinolampas hemisphaericus Lmk. sp.

1848. *Echinolampas hemisphaericus* Lmk. Gras. *Oursins de l'Isère*, pag. 52 (*cum syn.*).
1877. *Echinolampas hemisphaericus* Lmk. Cotteau in Locard. *Terr. tert. de la Corse*, pag. 275 (*cum syn.*).
1880. *Echinolampas hemisphaericus* Lmk. Manzoni. *Echinod. della Moll. serpent.*, pag. 4, tav. I, fig. 1-3.
1880. *Echinolampas hemisphaericus* Lmk. Manzoni. *Echin. pliocenici*, pag. 6.

Due grandi esemplari molto ben conservati, in uno dei quali si è benissimo mantenuto tutto l'apparato apiciale. Il secondo esemplare assai più grande si distingue dal primo per le zone ambulacrali petaloidee un poco più rilevate del resto del perisoma.

Riorzo di Castellarquato, nelle sabbie gialle.

Gen. **Brissopsis** Agass.

Brissopsis lyrifera Knorr.

1880. *Bryssopsis lyrifera* Knorr. Manzoni. *Echinodermi della Mollassa*, pag. 6, tav. II, fig. 19-21.

La specie non sembra molto comune qui, conoscendone solo pochi esemplari; essi sono assai ben rispondenti alle figure date dal Manzoni di questa specie.

Castellarquato.

Gen. **Schizaster** Agass.

Schizaster canaliferus Ag.

1848. *Schizaster canaliferus* Ag. Desor. *Synopsis*, pag. 389, tav. XLIII, fig. 1, 2.
1880. *Schizaster canaliferus* Manzoni. *Echinod. pliocenici*, pag. 8.

È questa una delle forme più comuni nei depositi di mare un poco profondo. Ne ho esemplari di variatissime dimensioni

da 3 cm. a 8 cm. di diametro, ma per lo più non troppo ben conservati.

Comunissimo a Castellarquato, Riorzo e a Sivizzano presso Traversetolo, ove il prof. Simonelli lo raccolse recentemente insieme agli Pteropodi. Del resto poi si trova in moltissime altre località del nostro Appennino.

Mi sia qui permesso di osservare come lo *Schizaster orbignyanus* Al. Ag. del *Blake* sia probabilmente tutt'una cosa colla forma mediterranea, come l'Agassiz stesso suppone; i caratteri dati dall'Agassiz non mi sembrano sufficienti a distinguere le due specie; del resto la questione potrà risolversi bene soltanto quando si potranno instituire confronti accurati tra le forme viventi: in questo studio non saranno da tralasciare anche gli esemplari fossili, i quali però sono sempre purtroppo assai mal conservati.

Schizaster sp. ind.

Il petalo ambulacrale mediano assai più largo, a bordi quasi paralleli e coi pori disposti in linea retta lungo i margini distinguono il nostro esemplare da quello figurato dal Manzoni (*Echinod. della Moll. serpentinosa,* Tav. 3, fig. 29, 30) sotto il nome di *Schizaster Desori;* ma d'altra parte lo stato dell'esemplare non permette altri ravvicinamenti più sicuri, e nemmeno mi azzarderei a dare una diagnosi di nuova forma sopra un materiale così manchevole.

Castellarquato.

Gen. **Hemiaster** Des.

Hemiaster major Des.

1848. *Schizaster major* Desor. *Synopsis*, pag. 390. *(cum syn.)*

Esemplare bellissimo e benissimo conservato, determinato in Museo come *Schizaster Scillae*. Ma dopo accurato studio ho dovuto convincermi di avere a che fare con altra specie, ed il

complesso dei suoi caratteri infatti mi sembra tale da giustificare pienamente la nuova determinazione. Accurati confronti fatti sopra un altro pure bellissimo esemplare del Museo pisano mi hanno poi sempre più confermato in questo nuovo ravvicinamento.

Argille di Castellarquato. Unico.

APPENDICE

Ricordo qui brevemente le forme del Miocene di Vigoleno e Ciano d'Enza che si conservano nel nostro Museo. Probabilmente entrambe le località sono da ascriversi all'Elveziano. Come ho già accennato le specie che ho potuto determinare sono le quattro seguenti:

Clypeaster sp. ind.
Schizaster cfr. *Desori* WRIGHT.
Pericosmus cfr. *affinis* LAUBE
Spatangus austriacus LAUBE

Gen. **Clypeaster** LAM.

Clypeaster sp. ind.

Come ho già accennato avanti (pag. 14) questo esemplare, quantunque mal conservato, dimostra somiglianze grandissime col *Clypeaster Guidottii*, distinguendosi solo, per quanto possa giudicarne, per un contorno un poco più arrotondato. L'indicazione della località, non di mano del GUIDOTTI, è Vigoleno (nel Piacentino), e l'aspetto della roccia sembrerebbe confermare questa indicazione. È appunto la presenza di questo esemplare, quasi certamente miocenico, che mi ha fatto dubitare della località indicata per il *Cl. Guidottii* da me innanzi descritto.

Gen. **Schizaster** AG.

Schizaster cfr. Desori WRIGHT.

Il cattivo stato dell'esemplare non mi permette un sicuro giudizio su di esso. Nessuna forma però gli si può meglio avvicinare di questa del WRIGHT [1].

Elveziano di Vigoleno.

---

[1] WRIGHT. On fossil Echinoderms from Malta, pag. 50, tav. VI, fig. 3.

Gen. **Pericosmus** Ag.

Pericosmus cfr. **affinis** Laube.

Il cattivo stato di conservazione dell'esemplare non mi permette una determinazione abbastanza sicura. Dalla forma tipica figurata da Laube [1] il nostro esemplare differisce per la zona porifera dell'ambulacro mediano, che si spinge assai di più verso il margine; per tutto il resto è rispondentissimo.

Elveziano di Vigoleno.

Gen. **Spatangus** Klein.

Spatangus austriacus Laube.

1880. *Spatangus austriacus* Laube. Manzoni. *Echinod. dello Schlier di Bologna,* pag. 12, tav. II, fig. 10-15; tav. III, fig. 19-22; tav. IV, fig. 40, 41 (non Laube?).

Nel Museo si conservano tre belli esemplari, che credo poter riferire con tutta sicurezza a questa specie del Miocene di Vienna e di Bologna. Il Manzoni ha dato delle bellissime figure di questa forma, comune assai nel Miocene del Bolognese, ed ha creduto di vedere in essa lo *Sp. austriacus* del Laube (*Echin. des öst.-ung. ob. Tertiärab.*, pag. 73, tav. 19, fig. 2). Ora la figura del Laube non è molto chiara, ed anche la descrizione non corrisponde forse troppo agli esemplari italiani, tanto che si presenta giusto il dubbio, già accennato dal prof. Simonelli [2], che la forma figurata e descritta dal Manzoni sia da considerarsi come nuova, e quindi debba cambiare il nome in *Sp. Manzonii* Sim. Lascio a chi avrà la possibilità di vedere gli originali di Laube di risolvere una tal questione.

Marne di Casazza di Ca' di Frär. Ciano d'Enza.

Parma, Museo geologico, luglio 1896.

---

(1) Echinoiden der öst. ung. oberen Tertiärablag., pag. 68, tav. 17, fig. 3.

(2) Il Monte della Verna ed i suoi fossili, pag. 44, tav. 6, fig. 22.

Laboratorio di Patologia generale della R. Università di Pisa

G. GUARNIERI

ULTERIORI RICERCHE
SULLA ETIOLOGIA E SULLA PATOGENESI
DELLA INFEZIONE VACCINICA

I fatti, che descrissi in una memoria *sulla etiologia e sulla patogenesi della infezione vaccinica e vaiolosa* pubblicata nel 1892 [1], hanno trovato conferma nei lavori che in questi ultimi anni furono fatti intorno a così interessante argomento. Nella maggior parte di queste pubblicazioni sono state accettate anche le induzioni, che a rigore di logica mi parve dovessero trarsi dallo studio analitico dei fenomeni che io potei osservare.

Le mie ricerche mi condussero a stabilire, che tanto nelle produzioni patologiche spontanee quanto in quelle sperimentalmente provocate, così nella infezione vaccinica come in quella vaiolosa, si ritrovano costantemente dei *corpicciuoli* dotati di movimenti ameboidi. Essi, specie negli stadi giovani delle alterazioni anatomiche [stadi prepustolari], erano posti nel corpo delle cellule epiteliali dentro ad una specie di vacuetto scavato a spese del protoplasma cellulare. Questi corpicciuoli, trattati con alcuni reattivi, per esempio con l'ematossilina, mostravano molto colorata la parte centrale e meno la porzione più esterna. Talvolta essi assumevano l'aspetto di elementi in fasi di divisione. Mi sembrò conforme al vero l'ipotesi, che ognuno di questi corpicciuoli potesse considerarsi come un essere parassitario, al quale mi parve opportuno di apporre il nome di *Citoryctes* desumendolo dalle sue apparenti proprietà patologiche. Ritenni difatti, perchè appariva chiaro dalle mie ricerche, che l'alterazione anatomica caratteristica tanto della infezione vacci-

[1] G. Guarnieri. — Archivio per le Scienze Mediche. Vol. XVI, N. 22.

nica come di quella vaiolosa, cioè la distruzione cavitaria delle cellule epiteliali, fosse dovuta all' azione corrodente di questo parassita. Data in tal maniera la ragione sufficiente per intendere il meccanismo di formazione della serie delle alterazioni anatomiche, mi sembrò verosimile per naturale induzione di riconoscere in questi esseri parassitari la causa dei processi morbosi.

In tale ordine d'idee entrarono la maggior parte dei ricercatori, che presero a studiare dopo di me la patogenesi e l'etiologia della infezione vaccinica e vaiolosa. Basta difatti ricordare le publicazioni di L. Pfeiffer (1), di J. Jackson Clarke (2) e di Ruffer e Plimmer (3), i quali ultimi specialmente, malgrado il loro primitivo scetticismo, sono arrivati, dopo le loro ricerche, a concetti perfettamente simili ai miei.

Il Monti (4), che studiò con molta accuratezza specialmente la infezione vaiolosa, venne alla conclusione, che nelle lesioni cutanee di questa malattia si riscontrano dei particolari corpuscoli intracellulari dotati di movimenti ameboidi, i quali debbono considerarsi come esseri parassitari.

Più recentemente il v. Sicherer (5) nel laboratorio del prof. Buchner ricercando sopra le alterazioni prodotte sperimentalmente con la inoculazione di linfa vaccinica in cornee di conigli, ritenne, confermando quanto era stato asserito da me e da L. Pfeiffer, che le lesioni degli epiteli erano dovute all'azione di speciali corpi parassitari.

Infine Ernesto Pfeiffer (6) per consiglio e sotto la direzione del prof. Bütschli fece studi diligentissimi sulle alterazioni che

---

(1) L. Pfeiffer. — *Behandlung und Prophylaxe der Blattern.* (Pentzold und Stintzing's Handbuch der Speziellen Therapie innerer Krankheiten). Bd. 1. Jena (Fischer) 1894.

(2) I. Jackson Clarke. — *Einige Beobachtungen über die Morphologie der Sporozoen von Variola, sowie über die Pathologie der Syphilis.* Centralblatt f. Bakt. u. Parasitenk. Bd. XVII, 1895, N. 9-10. — *A note on variola and vaccinia.* Transactions of the Pathological Society of London, 1895.

(3) Ruffer e Plimmer. — Brit. Med. Journ. 1894, vol. I, pag. 1412.

(4) A. Monti. — *Sulla etiologia del vaiolo e sulle localizzazioni del virus vaioloso.* Atti dell' XI Congresso medico internazionale. Vol. II, Roma 1894.

(5) v. Sicherer. — *Beitrag zur Kenntnis der Variola Parasiten.* Münchener med. Wochenschr. 1895, N. 34.

(6) Ernest Pfeiffer. — *Ueber die Züchtung des Vaccineerregers in dem Corneaepithel des Kaninchens, Meerschweinchens und Kalbes.* Centrabl. für Bakt. u. Parasitenk. Abt. I, Bd. XVIII, N. 25.

seguono nell'epitelio corneale dei conigli, delle cavie e dei vitelli alle inoculazioni di linfa vaccinica. Dal complesso delle sue ricerche egli potè trarre la conclusione, che i corpicciuoli, i quali compaiono nell'epitelio della cornea per l'irritazione del virus vaccinico, sono i rappresentanti di un contagio animato e mancano con la irritazione di sostanze anorganiche. In un periodo della sua pubblicazione egli si esprime con queste parole: " *Verfasser Kommt auf Grund der nachfolgenden Untersuchungen zu dem Resultat, dass die Guarnieri'sche Deutung die allein berechtigte ist; die fremdartigen Gebilde am Kern sind die Träger des Contagiums und als spezifisches Contagium animatum aufzufassen* ".

La convinzione della giustezza di questo concetto, che cioè i corpicciuoli, i quali si rinvengono costantemente nelle alterazioni patologiche del vaccino e del vaiolo, sieno dei veri esseri parassitari, e sieno la ragione dei processi morbosi in parola, è andata sempre più crescendo nell'animo mio tutte le volte che ho potuto eseguire nuovi studi sull'argomento. Mi è parso far cosa utile render conto brevemente di alcune di queste ricerche riguardanti l'infezione vaccinica, poichè esse contribuiscono ad illustrare la genesi di un processo patologico, che ha così alta importanza nelle scienze mediche.

Con detritus di pustole vacciniche ottenuto dall'Istituto vaccinogeno dello Stato son potuto più volte tornare allo studio delle proprietà morfologiche dei Citoryctes in esso contenuti. Il materiale raccolto dalle pustole veniva conservato in tubetti sterilizzati. Dopo avere dissociato in una capsulina con aghi sterilizzati piccole quantità di questo detritus in siero di sangue di bue pure sterilizzato e centrifugato od in siero artificiale, venivano con i metodi usuali fatti dei preparati a goccia pendente fermando la lastrina con lanolina o con la colla di amido. Osservando con lenti ad immersione omogenea le preparazioni, ho sempre ritrovato fra gli elementi morti del tessuto pustolare ora più ora meno abbondanti corpicciuoli che, come del resto è noto (Van der Loeff, Pfeiffer, Guarnieri), presentavano movimenti, per i quali la configurazione della loro massa subiva continue trasformazioni. Questi movimenti si rendevano assai più

evidenti, se le preparazioni così fatte venivano tenute per alcune ore nel termostato alla temperatura di 30°-35° c., e se le osservazioni si facevano nella stagione estiva o servendosi del tavolino riscaldatore. Ben presto però essi si vedevano cessare se i preparati erano sottoposti per 10 o 15 minuti ad una temperatura di poco superiore a 45° c. in una stufa sterilizzatrice a vapor di acqua od in una stufa ad aria calda. Come pure i movimenti mancavano nei preparati a goccia pendente, quando essi venivano fatti con il materiale dissociato in una capsula ricoperta da carta da filtri e tenuta per lo spazio di 20-30 minuti alla temperatura di 45° c. in una stufa a vapore. Mi pare, che questi fatti, i quali si accordano con quelli osservati da E. Pfeiffer, [1] contribuiscano potentemente a far ritenere il fenomeno dei movimenti nei corpuscoli del vaccino come vere e proprie manifestazioni vitali, come caratteristici movimenti ameboidi. Questo giudizio poi appare tanto più logico in quanto si vede, che anche il raffreddamento influisce su tali movimenti rendendoli più torpidi.

* * *

Un'altra serie di fenomeni, a mio giudizio assai interessanti, ho potuto osservare seguendo la sorte di questi Citoryctes dotati di movimenti ameboidi attraverso il ciclo evolutivo delle alterazioni patologiche specifiche della infezione vaccinica. Sono riuscito facilmente ad ottenere questo scopo approfittando del fatto, che negli animali predisposti a questa infezione si possono determinare sperimentalmente delle caratteristiche alterazioni anatomiche con le inoculazioni sulla cornea. Quivi, come è noto per le mie ricerche, si possono seguire passo passo le varie fasi del processo e specialmente le manifestazioni iniziali prima che i punti d' infezione sieno invasi dai leucociti migratori.

Tutte le volte che ho potuto avere materiale adatto, con i metodi altra volta descritti ho praticato molti innesti a conigli, parecchi a cavie, alcuni a pecore, due ad una vitella. Esportai le cornee a diversi periodi di tempo dalla inocula-

---

(1) Loc. cit.

zione e, previa fissazione nella soluzione di sublimato acetico, od in quella di sublimato e bicromato di potassa, le conservai nell'alcool a 90°. Con i pezzi inclusi in paraffina feci delle sezioni, che, attaccate alle lastrine copri-oggetti e liberate dalla paraffina, sottoposi all'azione di diverse sostanze coloranti.

Osservando i preparati al microscopio si nota subito, che nel praticare l'inoculazioni d'ordinario con la punta dell'ago lanceolato si suole penetrare al disotto dell'epitelio nelle lamelle corneali tagliandole in senso molto obliquo, distaccandole tal volta le une dalle altre per un tratto considerevole. In queste fessure si suole ritrovare il materiale innestato composto di detriti di tessuto con frammenti di cellule e di nuclei ammassati in mezzo ai quali è difficile riconoscere i corpuscoli del vaccino.

Questi fatti semplicissimi si osservano quando si prendono ad esaminare preparati di cornee asportate appena 15 o 20 minuti dopo aver praticato l'innesto, mentre invece già nello spazio di tempo successivo fino a 15 ore dall'inoculazione si manifestano fenomeni che meritano una esatta descrizione.

Uno dei fatti, che si presenta precocemente nelle prime ore consiste nella presenza lungo i margini della lesione corneale di corpicciuoli ordinariamente rotondeggianti od ovoidei, i quali ora più ora meno abbondanti vanno a tappezzare le pareti della ferita corneale. Nelle ore successive questi corpicciuoli si rinvengono anche negli spazi interlamellari della cornea, così nelle adiacenze della fenditura fatta dall'ago lanceolato, come a distanza da esso. Questi corpicciuoli sono d'ordinario radunati in maggior numero negli strati di lamelle corneali più superficiali, e sono più rari in quelle più profonde.

Essi sono di grandezza varia, talchè mentre alcune volte uguagliano il volume di globuli rossi [paragone che facilmente si può fare, perchè d'ordinario nel materiale vaccinico inoculato si rinvengono globuli rossi di vitello], alcune altre invece sono più piccoli di un terzo o di un quarto di essi. Sono comunemente di forma, come abbiamo già detto, rotondeggiante od ovalare, ma possono assumere i più svariati aspetti come a biscotto, a digitazioni; presentano alcune volte degli spazietti chiari nel loro corpo. Trattati con sistemi adatti di colorazione, in essi si possono distinguere sostanze diverse. Nelle

preparazioni per esempio fatte con metodi proposti dal Benda [1], immerse successivamente in soluzioni acquose di Eosina od in soluzioni alcooliche di Auranzia, essi presentano sovente un corpo centrale colorato in violetto oscuro ed un piccolissimo strato di sostanza periferica posta eccentricamente, tinta in rosa dalla eosina.

Questi corpicciuoli trovansi comunemente negli spazi lacunari od anche in quelli interfibrillari, dove sono posti dentro a specie di vacuetti; la qual cosa si osserva bene nei preparati a doppia colorazione dove essi spiccano in mezzo ad uno spazio chiaro rotondeggiante nettamente disegnato. Parrebbe che queste piccole escavazioni nella sostanza propria della cornea si potessero sino ad un certo punto paragonare a quelle che si ritrovano nell'epitelio, senonchè esse differiscono da queste, perchè sono risultanti dalla divaricazione delle lamelle e dalla dilatazione dei canalicoli umoriferi, mentre nell'epitelio le escavazioni sono dovute propriamente a corrosioni del corpo cellulare.

Mi sembra però che questo fatto non possa contradire in nessun modo l'idea che risulta naturale dal complesso di queste osservazioni, che cioè questi corpicciuoli sorpresi frequentemente dentro a spazietti chiari sieno corpicciuoli vaccinici, Citoryctes, migranti per i canali dei succhi nutritizi della cornea. Infatti la successione dei fenomeni a cui sopra abbiamo accennato, la forma caratteristica dei corpicciuoli, le alterazioni speciali della sostanza propria della cornea con le dilatazioni vacuolari trovano assai naturalmente la loro ragione sufficiente di essere nel concetto di una infiltrazione parassitaria.

Nè si può in questo caso, a me sembra, essere tratti in errore di giudizio dalle infiltrazioni di leucociti, nè dai fenomeni di reazione e di degenerazione delle cellule fisse della cornea per la irritazione meccanica del traumatismo e per quella specifica del virus vaccinico. Basta riflettere in primo luogo, che i fatti che abbiamo sopra enumerati s'iniziano molto precocemente, quando non si può in nessun modo parlare d'infiltrazioni leucocitarie, senza contare poi, che i caratteri morfologici

---

(1) Bernhard Rawitz. — *Leitfaden für histiologische Untersuchungen.* Jena (Fischer), pag. 73-74. 1895.

dei Citoryctes non permettono assolutamente, che si possano scambiare per cellule bianche migratrici. D'altra parte le modificazioni, che si determinano abbastanza sollecitamente nelle cellule fisse corneali riguardano fenomeni, che si compiono nell'interno del loro protoplasma. Questi fenomeni si devono tenere in considerazione nei rapporti diretti di queste cellule con i parassiti del vaccino (della qual cosa io per ora taccio avendo delle ricerche incomplete a tale riguardo) ma essi certo non si potranno invocare giammai per dare la ragione d'esistenza di corpi morfologicamente ben determinati, posti a distanza dalle cellule stesse e spesso in piani diversi da quelli che esse occupano.

* * *

Mentre negli stadi iniziali delle alterazioni patologiche delle cornee inoculate col vaccino i parassiti specifici di questa infezione, come abbiamo visto, sono spesso numerosi fra le lamelle della sostanza propria, nelle cellule epiteliali di rivestimento sono assai scarsi, anzi si può dire che vi si ritrovano solo eccezionalmente. Più tardi però nei periodi successivi essi compaiono talvolta in numero grandissimo.

Con questa comparsa del corpicciuolo parassitario nelle cellule epiteliali della cornea coincide sempre il fatto della così detta *degenerazione cavitaria* (*Leloir*) del protoplasma di esse. Si può dire che si entra in pieno processo di questa degenerazione cavitaria dopo 24 ore dalla inoculazione. Essa s'inizia con la comparsa nel protoplasma degli epiteli di piccole cavità, le quali sovente sono in rapporto di contatto con il nucleo cellulare, ma altre volte sono da esso lontane, occupando la parte più periferica del protoplasma stesso. Quando esse sono in rapporto con il nucleo, questo presenta ordinariamente un' infossatura nella sua membrana per cui esso ne resta variamente deformato; quando invece le cavità sono lontane, in esso non si osservano alterazioni apprezzabili.

È caratteristico l'aspetto che hanno queste specie di nicchie nelle cellule epiteliali. La loro configurazione si può con vantaggio osservare nei preparati con l'ematossilina iodica e nelle sezioni non molto sottili. Nelle cellule epiteliali rimaste intatte

nel taglio queste cavità appaiono rotondeggianti, con la superficie ineguale, e la ineguaglianza apparisce come l'effetto di una corrosione. In queste cavità si ritrovano costantemente innicchiati i parassiti del vaccino, i quali in questi stessi preparati trattati con la ematossilina iodica assumono un colore violaceo, mentre i nuclei ed il protoplasma diventano distintamente turchini. Sottoposti all'azione di miscele coloranti atte a mettere in evidenza nei tessuti i blastomiceti non hanno mai, per quante prove io abbia ripetuto, assunto la caratteristica colorazione, nè hanno mai con il rosso magenta presentati fenomeni di metacromasia, che, come è noto, posseggono alcuni corpicciuoli ritenuti per forme blastomicetiche (1). Nei preparati non colorati e chiusi in glicerina presentano una rifrazione della luce assai intensa, ed un colorito giallognolo per cui spiccano in modo assai evidente fra i diversi elementi del tessuto.

Intanto questi parassiti annidati nelle cellule epiteliali in degenerazione cavitaria aumentano nelle ore successive; ed i progressi della infezione si possono seguire passo passo fin oltre le 60 ore dalla inoculazione, prima che i leucociti vengano ad infiltrare il campo ove si svolge il processo patologico. Gli elementi epiteliali, che maggiormente vengono colpiti dalle alterazioni sono d'ordinario quelli adiacenti al punto d'inoculazione ed in ispecial modo degli strati più profondi a cellule cilindriche, ed i gruppi di giovani cellule epiteliali, che come è noto, derivano dalla proliferazione costante degli epiteli nelle adiacenze del punto dove è stato praticato l'innesto. L'invasione progressiva di questi segue ai processi di moltiplicazione dei Citoryctes che si trovano nelle cellule vicine, ma anche, come si può osservare chiaramente in alcuni preparati, essa può avvenire per la migrazione dei parassiti provenienti da una certa distanza, come per esempio dagli spazi interlamellari attraverso la membrana di Bowmann.

La moltiplicazione di questo parassita, come ho già da tempo sostenuto avverrebbe per scissione, ed in quest'ordine d'idee convengono la maggior parte degli autori che se ne sono oc-

---

(1) G. Guarnieri. — *Ricerche sulla etiologia della congiuntivite tracomatosa.* Processi verbali della società Toscana di Scienze Naturali. (Adunanza del 5 luglio 1896).

cupati. Osservando però alcuni preparati, specialmente una serie di essi fatti sopra cornee di agnelle estirpate a diverse epoche dalla inoculazione, ho potuto vedere gruppi di Citoryctes i quali presentavano aspetti morfologici che si potrebbero ritenere come fenomeni di moltiplicazione per gemmazione. Questa ipotesi poi mi è sembrata tanto più probabile riflettendo che nei gruppi di Citoryctes accanto ad esemplari grandi se ne ritrovano tal volta dei piccolissimi. Non mi è parso che si possa interpetrare questo fatto come un fenomeno di disgregazione degenerativa od involutiva, prima di tutto perchè, come ho già detto nell'altra mia memoria, e come è stato poi confermato (Jackson Clarke, v. Sicherer, E. Pfeiffer), le forme piccole si trovano specialmente in rapporto con le fasi incipienti delle alterazioni epiteliali nelle parti più lontane dall'innesto, ed in secondo luogo perchè queste forme piccole ripetono perfettamente la struttura delle maggiori.

I corpi parassitari invece che presentano i caratteri di forme involutive o degenerative si rinvengono ordinariamente nei lembetti epiteliali aderenti ai margini delle ulcerazioni corneali. In questi ammassi di cellule, dove il processo patologico è senza dubbio più avanzato nel suo sviluppo, alcuni corpi parassitari spesso si mostrano meno colorati, ingranditi, granulosi e cosparsi di vacuetti irregolari; alcune volte poi appaiono spezzati in piccole zolle. Queste forme furono appunto quelle, che, dal principio delle mie osservazioni, mi destarono nella mente l'idea che i Citoryctes potessero anche moltiplicarsi con un processo di sporulazione, ma studi ulteriori eseguiti con metodi più esatti mi hanno spinto a ritenerle, confermando i dubbi fino d'allora espressi, per prodotti di disgregazione degenerativa.

Questi lembetti epiteliali, dove d'ordinario le lesioni sono molto avanzate, si scollano assai facilmente, necrotizzano e cadono o vengono asportati nei conigli, nelle agnelle ecc. per lo sfregamento non solo delle superfici palpebrali, ma anche per quello della membrana detersiva. Si comprende facilmente come questa condizione impedisca di seguire con metodo nelle fasi successive del processo il destino dei Citoryctes.

Tale compito poi viene reso anche più difficoltoso dalla migrazione dei leucociti che invadono ordinariamente dopo il terzo giorno dalla inoculazione il campo delle alterazioni primitive.

Lo sfregamento delle palpebre e della membrana detersiva poi, influisce senza dubbio anche sulla genesi e sullo sviluppo di queste alterazioni. In questo fatto, come a me sembra, è riposta la ragione del fenomeno, che abbiamo sopra ricordato, che cioè nei primi periodi del processo morboso si rinvengono solo raramente parassiti nelle cellule epiteliali, mentre, sono talvolta accumulati in considerevole numero negli spazi della sostanza propria della cornea. Difatti è naturale che questa specie di spazzamento delle palpebre e della membrana detersiva debba sottrarre dalla superficie della cornea tutti i corpi che facilmente si lasciano distaccare. Così certamente, dopo praticato l'innesto, può essere portata via tutta quella parte del materiale inoculato che resta esposto a questa azione detersiva, e con esso tutti quegli elementi epiteliali che più direttamente furono offesi dal traumatismo, e che ebbero anche il più diretto contatto con il materiale d'innesto.

Si comprende allora facilmente, che nelle regioni più superficiali della cornea questa specie di protezione debba produrre una limitazione ed un ritardo nelle manifestazioni morbose a carico delle cellule epiteliali. La riprova poi di questo modo di vedere mi pare si abbia nel fatto, che ho ottenuto le più estese e caratteristiche alterazioni degli epiteli con innesti di vaccino nelle cornee di conigli, ai quali avevo preventivamente estirpata la glandula di Harder insieme con la membrana detersiva, e fermate le palpebre con punti di sutura.

Intanto a me sembra che il complesso dei fatti sopra riferiti e le considerazioni espresse sieno in sostegno della ipotesi sulla natura parassitaria dei corpicciuoli contenuti nelle escavazioni delle cellule epiteliali. Con questa ipotesi s'intende assai agevolmente la ragione di essere della limitazione e del ritardo delle caratteristiche alterazioni cavitarie dell' epitelio per l' azione detersiva degli organi protettori dell' occhio, e d'altra parte la insufficienza di questa azione ad impedire la iperplasia epiteliale, che, come è noto, segue sempre ora più ora meno rigogliosa. La genesi di questa iperplasia è dovuta alla proliferazione delle cellule cilindriche degli strati più profondi, stimolati probabilmente da sostanze flogogene speciali derivate dai centri sottostanti d' infezione vaccinica. Queste sostanze, che insieme con i succhi nutritivi giungono alle cel-

lule epiteliali, mentre sono atte a promuoverne la proliferazione, sembra non sieno capaci di determinare nelle cellule neoformate alterazioni apprezzabili. È logico ritenere invece che le note alterazioni epiteliali sieno dovute ad un parassita corpuscolare, che può giungere in contatto delle cellule e penetrare nel loro protoplasma, quando l'azione della membrana detersiva è resa insufficiente od è artificialmente soppressa.

D'altra parte in favore di queste ipotesi esistono numerose esperienze le quali così a me come ad altri osservatori (Monti, L. Pfeiffer, v. Sicherer, E. Pfeiffer) hanno dato il costante resultato, che con le più svariate irritazioni non si riesce a produrre nell'epitelio della cornea alterazioni uguali, nè la comparsa di corpicciuoli simili a quelli che costantemente invece si hanno con l'innesto di vaccino.

Trascurando per ora la enumerazione di molte altre esperienze, voglio solo ricordarne alcune fatte con il vaccino filtrato per piccoli filtri di carta [1]. Non ho mai ottenuto le caratteristiche alterazioni, sulle quali ci siamo sopra intrattenuti, inoculando nelle cornee di conigli il liquido passato attraverso i pori della carta; mentre sono riescito costantemente ad ottenerla con la inoculazione del detritus trattenuto dal filtro. Queste ricerche ripetute per molte volte sono perfettamente d'accordo con le note esperienze di Chauveaux [2] e con quelle di E. Pfeiffer [3], e dimostrano che attraverso i pori della carta da filtri non passano i parassiti del vaccino, mentre molto spesso questi pori, come si sa, lasciansi traversare da globuli rossi.

Con altre esperienze ho voluto accertare se i parassiti del vaccino, che si possono seguire, come abbiamo visto, assai agevolmente nel ciclo evolutivo delle lesioni patologiche sperimentalmente provocate nelle cornee dei conigli, sieno atti a riprodurre in animali ricettivi il processo morboso nella sua classica forma pustolare. La ricerca mi è sembrata interessante

---

(1) *Filtri di carta austriaca di prima qualità della ditta Lenoir e Forster.*
(2) Chauveaux. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* 1868, febbraio.
(3) Loc. cit.

perchè fino ad un certo punto poteva essere considerata come l'equivalente di una riproduzione sperimentale di un processo morboso con l'innesto di un parassita isolato in cultura. Non credo di essermi allontanato dal vero considerando il metodo dell'innesto sulla cornea come un mezzo di coltivazione di un parassita, che, come vedremo in seguito, non si riesce a fare vivere *in vitro* con i più svariati mezzi di nutrizione.

In una prima serie di esperienze inoculai delle agnelle sulla regione mammaria. A tal uopo innestai prima sulla cornea di conigli il vaccino e circa dopo 48 ore previa lavatura abbondante con acqua sterilizzata esportai dalle superfici corneali in vicinanza dell'innesto quanto più potei di lamelle epiteliali con un affilato coltellino accuratamente sterilizzato. Inoculai con ogni precauzione antisettica questo materiale tolto al coniglio in diversi punti della mammella sollevando dei lembetti epiteliali con la punta dello stesso coltellino.

Nelle prime 24 ore nulla apparve di notevole sui posti dove erano stati praticati gl'innesti tranne una crosticina aderente. Nel 2.° o 3.° giorno sui margini della piccola lesione di continuo si notava un lieve rigonfiamento contornato da un alone di rossore. Al 4.° od al 5.° giorno si erano formate delle vere pustole di forma varia, retratte nella linea mediana corrispondente alla lesione prodotta dal tagliente. Non tutti gl'innesti ebbero un esito positivo; in alcuni la crosticina cadde dopo alcuni giorni senza segno alcuno di reazione.

Le stesse esperienze ho ripetuto sopra altre 5 agnelle ed i risultati ottenuti furono perfettamente simili al primo. Con la stessa tecnica poi feci innesti ad un giovane vitello sul limite fra la regione delle natiche e quella perineale. Sopra 9 innesti disseminati in ambedue i lati, solo da una parte ottenni una bellissima pustola dalla quale potei raccogliere al 5.° giorno una sufficiente quantità di detritus con il raschiamento.

Dal contenuto delle pustole raccolto così dalle agnelle come dal vitello ho sempre riprodotto nelle cornee di conigli la caratteristica infezione. Conservo sempre alcuni preparati fatti con la cornea di un coniglio, al quale inoculai il materiale ricavato dalla pustola del vitello, perchè presentano una ricchissima invasione di citoryctes dentro cellule epiteliali adiacenti ai punti d'innesto. Con lo stesso materiale inoculai nel braccio

un robusto giovanetto facendo delle piccole scarificazioni con la punta di una lancetta. Ottenni due grosse pustole circondate da un alone eritematoso, che al dodicesimo giorno cominciarono a disseccarsi. La rinoculazione fatta al diciassettesimo giorno con vaccino dell'Istituto vaccinogeno dello Stato non ebbe effetto.

Della linfa raccolta nelle pustole delle agnelle ho fatto sempre esami microscopici ed ho ritrovato costantemente un numero più o meno considerevole di citoryctes con i loro movimenti ameboidi. Numerosi gruppi di questi parassiti poi rinvenni dentro le maglie delle reti alveolari di giovani pustole estirpate al 3.° giorno dalla inoculazione a due agnelle.

A me sembra che questi fatti dimostrino assai chiaramente che dalla infiltrazione parassitaria degli epiteli della cornea si può, come da un terreno di cultura, trarre una sufficiente quantità di parassiti capaci di riprodurre in animali ricettivi le manifestazioni patologiche classiche della infezione vaccinica. Sembrami anche che questa specie di coltivazione dei citoryctes nell' epitelio corneale si possa considerare puro dall' inquinamento di altri microrganismi, poichè molti e svariati terreni di cultura, innestati con raschiatura di cornee inoculate, nella maggior parte dei casi sono rimasti completamente sterili.

Tutte le prove di cultura *in vitro* con i prodotti delle diverse manifestazioni patologiche della infezione vaccinica mi hanno dato, quando ho potuto fare gl'innesti con rigore di metodo, risultati assolutamente negativi. Trassi il materiale per tali culture dalle alterazioni patologiche della cornea dei conigli e da quella delle cavie, dalle pustole delle agnelle e principalmente da quelle dei vitelli. Ho adoperato per terreni di nutrizione tutte le sostanze, che io conosco, atte a far vegetare gli schizomiceti, così in forma solida come in forma liquida, tanto con la presenza di aria atmosferica quanto con la esclusione di essa: così pure ebbi cura di sperimentare sustrati nutritivi adatti per lo sviluppo dei blastomiceti preparati con mosto di uva, con mosto di mele, ecc.

Il risultato negativo di queste prove di cultura tentate e ritentate con lena indefessa per più anni sono un argomento di più per dimostrare l' importanza del metodo degli innesti sulla cornea immaginato da me, che è finora il solo col quale

sia stato possibile, anche agli altri che mi hanno seguito, lo studio della etiologia e patogenesi della infezione vaccinica. Per i fenomeni osservati seguendo questo metodo sempre più è cresciuto nell'animo mio il convincimento che le manifestazioni morbose di questa infezione trovano la loro ragione di essere nelle proprietà patogene di un parassita, che appunto per queste proprietà, fino dalle mie prime ricerche, ho creduto di denominare *Citoryctes vaccinae.*

Sulla natura di questo essere parassitario sono convinto non convenga nello stato attuale della scienza arrischiare alcune ipotesi, aspettando, che nuove ricerche illustrino più completamente le sue proprietà morfologiche e biologiche. Confido, seguitando i miei studi, di potere portare nuovi contributi personali alle conoscenze scientifiche intorno ad un argomento che ha così alto interesse nella patologia.

ENRICO MAROCCHI

STUDIO
SUL
GRANITO DI GAVORRANO

Il fatto singolare che nella Maremma Toscana dalle pianure alluvionali estesissime di tratto in tratto s'innalzino dei monti isolati, o tutto al più qualche catena di lieve momento, senza apparente relazione tra loro, sarebbe argomento di molte congetture per chi la prima volta s'avventurasse a rintracciare le ragioni di questa disposizione.

Sin dalle origini questi monti e queste piccole catene godettero d'una completa indipendenza? Ovvero le azioni dinamiche ed orogeniche che seguirono ci nascosero i legami che prima li congiungevano?

Il Savi risolvette l'arduo problema immaginando con mirabile sintesi l'esistenza in tempi assai remoti d'una catena da lui detta *Metallifera*, la quale riuniva tutti i gruppi di monti situati lungo il litorale tirreno, compreso anche l'arcipelago toscano, e che poi, in seguito ai sollevamenti da cui si originò l'Appennino, si ruppe o sprofondò, lasciando come vestigio le sparse membra. Infatti il Savi delineando codesta catena dopo averne notato i principali costituenti, quali le Alpi Apuane e i Monti Pisani a settentrione, indi procedendo verso mezzogiorno i gruppi di Massa Marittima, della Montagnola Senese, di Cetona, ed in linea parallela più occidentale l'Arcipelago toscano, viene a più minuti particolari e dice: " nella parte meridionale della Toscana, in quella cioè compresa tra il fiume Cecina e la Fiora, vi sono diversi gruppi di monti, i quali tanto pel modo come sono allineati, quanto per le roccie che li com-

pongono si riconoscono appartenere alla Catena Metallifera. Scendendo da N. a S. i monti campigliesi formano il primo degli indicati gruppi, indi a S-E. si ha quello di Gavorrano, poi quello di Sticciano, Montepescali, Monteorsaio, di poi varcato l'Ombrone il gruppo compreso fra l'Alberese e le rovine dell'antica città di Talamone, finalmente il promontorio Argentale „ (1).

Non fu piccolo il vantaggio che da questi resultati venne a sentire la scienza· poichè d'allora in poi lo studio di questi vari gruppi montuosi non si fece più indipendentemente per gli uni e per gli altri, quasichè nessun legame li unisse, ma sibbene con criteri comparativi; cosicchè le deduzioni tratte da alcuni membri si poterono applicare ad altri come parti d'una stessa catena.

Ed essendo mio precipuo scopo lo studio del granito che si trova a Gavorrano, dopo averne determinato il giacimento, m'accingerò a fare un esame litologico degli esemplari che ho potuto avere a mia disposizione, ed infine riportandomi alle opinioni ed ipotesi dei dotti, mi proverò a studiare questo granito geologicamente, avendo di mira sovratutto le analogie riscontrate con altri graniti, quali quelli dell'isola d'Elba, che pure appartiene al medesimo sistema orografico secondo le idee suesposte.

§. I. — Giacimento del granito di Gavorrano.

I monti di Gavorrano attraversano in direzione E. N. E. — O. S. O. la maremma toscana e raggiungono il mare dalla parte di ponente, separando così le estese pianure grossetane da quelle scarlinesi. Osservando le roccie, di cui sono costituiti, si vedono essere in prevalenza arenarie quarzoso-micacee più o meno compatte non bene stratificate, di varia grana che qua e là includono serie di strati di calcare alberese alternanti con scisti argillosi. Cambia questa formazione in vicinanza del M. Calvo per dar luogo ai calcari compatti o alberesi. Monte Calvo però è per noi senza dubbio il luogo della maggiore importanza

(1) Paolo Savi e G. Meneghini. — *Geologia della Toscana. Colpo d'occhio sulla struttura generale della Catena Metallifera.* Firenze 1851.

geologica, poichè mentre fino ad esso si possono osservare le medesime roccie calcaree ed esso stesso resulta delle varietà rosse ammonitifere, cavernose e ceroidi; a S-E. continua la formazione calcarea bianca cristallina e saccaroide per costituire i monti di Ravi e Caldana; si arresta invece a N. per dar luogo al granito di Gavorrano, oltre il quale tornano a comparire i soliti calcari ceroidi e cavernosi. Il giacimento granitico è quindi incassato a guisa di grandissimo dicco nelle roccie calcaree che lo attorniano ed occupa un'estensione di circa 3 km. q. ad oriente del paese. Anche qui, come all'Elba, esso è in connessione con masse ferree, e ciò si può rilevare dalla presenza di filoncelli quarziferi, ripieni di bei cristalletti di pirite.

Queste notizie, che ho potuto confermare con una escursione da me fatta nella località, le ho attinte da un lavoro dell'ing. Lotti (1), in cui si dice pure che il granito, quantunque abbia il suo massimo sviluppo nel lato settentrionale del monte dalla parte di Gavorrano, pure giunge fino a Ravi, insinuandosi fra i calcari in forma di filone con una potenza massima di non più di 100 m. che gradatamente diminuisce finchè presso il paese riducesi quasi a nulla.

§. II. — Notizie bibliografiche.

Questo singolare ed unico giacimento nella provincia di Grosseto sfuggì alle ricerche scientifiche del secolo passato, ma non a quelle dell'arte, poichè dalle relazioni del dott. Giovanni Targioni-Tozzetti (2), edite nel 1770, si ritrae che il granito di Gavorrano fosse già conosciuto come buon materiale da ornamento. In queste memorie vien riportato un brano del trattato di architettura di Francesco di Giorgio da Siena, ove dice: " Il granito in tre diversità si trova; alcuna è bigia di nero e bianco punteggiata, alcuna bigia di nero e rosso; alcun'altra bianca punteggiata di nero, e tutte queste tre differenze in nel distretto di Siena si trova: la prima in nel contado di Sassoforte, la seconda nella valle e fiume di Rosia, e la terza in

(1) Lotti. — *Sulla geol. del gruppo di Gavorrano.* Boll. Com. geol. 1877.
(2) Giov. Targioni-Tozzetti. — *Relazione d' alcuni viaggi in Toscana.* Firenze 1770.

nella maremma e montagna di Gavorrano, tutte di gran saldezza „.

Toccava però a Giorgio Santi [1] l'iniziare qualche studio scientifico su codesta roccia granitica al principio del secolo presente. La considerò mineralogicamente come: “ una vera roccia felspatica per lo più di vari componenti i quali si restringono a quarzi cristallini, a felspati di vario colore, a adularie, a mica nera, a tormaline nere striate or fascicolari, or radiate e ad impasto granuloso o quarzoso, o felpastoso „. — Si provò pure a distinguere le varietà della roccia descritta ed ecco i suoi resultati:

“ α) un granito o roccia felspatica rossa composta in massima parte di felspati minuti e rossi, di poco quarzo bianco cristallizzato e di pagliette di mica nere.

β) un granito colla stessa apparenza rossastra, con maggior copia però di quarzo cristallizzato e con qualche grosso cristallo di felspato bianco appena translucido.

γ) un granito grigio con felspati bianchi, con varie punte piramidali di quarzo cristallizzato e pagliette di mica nere spesso sovrapponentisi.

δ) un granito grigio composto di cristalli quarzici translucidi, di mica ferruginea e d'un impasto felspatoso bianco opaco.

ε) un granito tormalinifero minutissimo. „

Paolo Savi, e Giuseppe Meneghini nella Geologia della Toscana che assieme compilarono, fecero menzione delle principali roccie costituenti il suolo di questa regione, nè tralasciarono le roccie granitiche, delle quali per questo studio merita riferire quanto dissero [2]: “ Le isole dell'Elba, del Giglio e di Montecristo ed il monte di Gavorrano sono le uniche località toscane ove appariscono i graniti, i quali in due specie vanno distinti; vale a dire quelli contenenti abbondanti cristalli di tormalina, e gli altri che ne sono privi. Questi ultimi che mancano nel continente formano nelle sopracitate isole le principali masse granitiche, entro alle quali veggonsi scorrere dicche o filoni dei graniti dell'altra qualità e per quanto fino ad ora è a nostra notizia non penetrano giammai nei terreni secondari. Il gra-

---

(1) *Viaggio terzo di* Giorgio Santi. Pisa 1806.

(2) P. Savi e G. Meneghini. — *Geologia della Toscana.* Firenze 1851.

nito tormalinifero è quello poi che comparisce sotto forma di amplissima dicca a Gavorrano nella Valle della Pecora in mezzo alle roccie secondarie ed eoceniche costituenti la catena che separa detta valle da quella dell' Ombrone. È meritevole dell'attenzione del geologo detta massa, perchè mentre in alcune sue porzioni si compone d'ortose e degli altri elementi granitici uniti a tormaline, che frequentemente si trovano in forme ben determinate entro le druse, in altre parti poi la massa stessa passa gradatamente al porfido euritico „.

Ma non solo italiani, anche degli illustri stranieri si sono occupati di questo argomento e G. von Rath fra gli altri, a differenza del Savi e del Meneghini, ritiene che, come all'Elba, così a Gavorrano debbansi distinguere due graniti: il normale, che appena può distinguersi dalle varietà porfiroidi, che predominano all'Elba, a grossi elementi felspatici coi caratteri ordinari del granito normale; ed il tormalinifero, che a guisa di filone colossale della potenza di 65 m. in direzione di E.-O. quasi verticale sta incassato nel primo ([1]).

Ai nostri giorni il Lotti, il Bucca, il De-Stefani chi più, chi meno direttamente toccarono di codesto granito e secondo diversi punti di vista quale per l'origine, quale per l'età; e tutti non furono d'uguale parere come vedremo più diffusamente in seguito.

Recentissimamente poi, non prima dello scorso aprile, vide la luce un lavoro dell'ing. Stefano Traverso " Sulle roccie della Valle di Trebbia „ con un' appendice " su alcuni graniti recenti „. Fra quest'ultimi imprese a studiare anche quello di Gavorrano adottando le distinzioni già fatte dal vom Rath. Essendo questo uno studio puramente petrografico avremo occasione di tornarvi sopra tra breve.

§. III. — **Studio petrografico.**

Stimo opportuno premettere che il Nessig tra gli altri basandosi sulla presenza o assenza della tormalina divise, come fecero anche il Savi e il Meneghini, le roccie granitiche in due categorie. Tale distinzione non è però del tutto assoluta, poichè

([1]) G. von Rath — *Zeits. der deut. geol. Gesellsch.* 1873.

anche il granito considerato come mancante affatto di tormaline pur talora qualche raro cristallo qua e là ne presenta. Mi pare quindi miglior partito distinguere nel granito di Gavorrano due varietà principali secondo la struttura che presenta: l'una porfirica, l'altra microgranitica, comprendendo nella prima le varietà dette dal von Rath normali porfiroidi, nella seconda quelle tormalinifere, poichè le strutture sovranominate rispettivamente ai due tipi s'appartengono.

I). **Granito porfirico.**

Macroscopicamente appare costituito da un impasto assai minuto di mica nera, felspato, e quarzo senza orientazione prevalente. A tratti però s' incontrano segregazioni più o meno grandi quarzose, feldispatiche e micacee disseminate nella massa fondamentale. (Tav. IV, fig. 1). Le varietà presentate da questa, come da tutte le roccie, sono molteplici. Si può notare un vero passaggio dalle forme simili alle normali a quelle decisamente porfiriche: quantunque nelle prime le due fasi di consolidazione siano distintissime non però quanto nelle forme propriamente porfiriche. Questo ripetono spesso l'aspetto di veri porfidi, dai quali però sono distinguibili perchè non hanno traccie di base amorfa.

La roccia presenta al tatto una certa ruvidezza, che la fa ravvicinare assai alle trachiti: la sua frattura è molto irregolare giacchè essa avviene secondo i piani di sfaldatura degli elementi costituenti, che sono di varia grandezza e di differente orientazione. A seconda poi dell'alterazione, cui andò soggetta, ne variano la compattezza ed il colore; quest'ultimo, per alterazione dei minerali ferriferi, va dal giallo pallido al rossigno. Peso specifico 2,531.

Al microscopio tutte queste varietà di roccie porfiriche si riconoscono come olocristalline ipidiomorfe con quarzo quasi totalmente allotriomorfo. Manifestissime sono le due fasi di cristallizzazione giacchè i più piccoli e posteriori cristalli sono interposti come sostanza cementizia a quelli più grandi anteriori.

La **Mica nera** prima fra gli elementi essenziali a costituirsi è distribuita senza ordine nella massa in sezioni longitudinali listiformi, che essendo più o meno inclinate sulla base mostrano evidentissima la striatura fitta e minuta, dovuta alla facilissima

sfaldatura basale. La colorazione ne è verde bruna, o bruna-rossastra quando le laminette di mica biotite sono alterate. Pleocroismo fortissimo nelle sezioni cristalline allungate in forma di strette liste, le quali per assorbimento si rendono quasi nere quando sono disposte in modo da essere parallele alla sezione principale del nicol analizzatore. Colori d' interferenza sempre molto alti. Alterata, oltre al nuovo colore che acquista, perde la sua striatura, e solo resta distinguibile per un leggero assorbimento mentre la sostanza alterata si diffonde come pigmento. Altrove è rotta e dislocata con penetrazione del magma ad accennarci la sua consolidazione anteriore. — Come inclusioni non v'ho riscontrate che lo Zircone nel suo aspetto caratteristico; e qualche granulazione di tinta più scura della mica stessa, forse dovuta a minerali di ferro originatisi nel suo seno.

L'**Ortose** è in copia di gran lunga maggiore, ora minutamente disseminato in piccole liste, ora costituente plaghe molto estese nella sezione in cristalli grossi più radi, o piccoli più frequenti: d'un colore che varia dal bianco lattiginoso, al giallognolo, al roseo per alterazione della propria sostanza o per pigmenti eterogenei. Non è neppur raro trovarlo trasparente e anche quasi vetroso; onde fu notata da molti la rassomiglianza del granito di Gavorrano con la trachite del Monte Amiata. La sua struttura ordinaria è quella granulosa, però ho notato frequentemente anche quella fibrosa (Tav. IV, fig. 2). In quest'ultima le fibre osservate a forte ingrandimento si risolvono in tante fibrille lineari più piccole riunite parallelamente tra loro. Il Salomon [1] in uno studio petrografico del Monte Aviolo, ha riscontrato questo feldispato fibroso e di esso dice che " *le fibrille lineari nei cristalli in preda ad alterazione incipiente si risolvono in serie di granuletti oscuri piccolissimi, stipati gli uni appresso agli altri. Spesso notasi una granulazione periferica, mentre nell'interno le fibre appariscono ancora integre: le quali del resto ad ingrandimento di 800 diam. si risolvono in granuletti aggregati in serie* ". Il medesimo dott. Salomon non riuscì a distinguere con sicurezza se questo fenomeno sia da riferirsi ad una sostanza originariamente omogenea divenuta poi granulare per

(1) Giornale di Mineralogia. del prof. F. Sansoni. Pavia, 1891, vol. II.

alterazione, e che ora presentasi in forma di sottili lamelle: ovvero se i granuli sieno da considerarsi come un deposito originario nel feldispato ciò che par meno verosimile. Come che sia l'ortose non presenta segni di assorbimento e i colori d'interferenza variano da un grigio azzurrognolo ad un giallo assai carico a seconda della sottigliezza delle sezioni.

Geminati secondo la legge di Carlsbad non potrei asserire di averne trovati, giacchè quei pochi esemplari che tali sembravano alla luce polarizzata appena presentavano la singolare striatura. In ogni modo rarissimi sono stati osservati pure dall'ing. Traverso [1] nel suo esame petrografico dello stesso granito.

Le sue inclusioni si riducono a pochi microliti di zircone, a molte di biotite, ed a parecchio quarzo ora compenetrato in lunghe liste, ora in piccole aree cristalline: di più in piccoli lembi frastagliati comparisce anche un po' di mica muscovitica.

Qui piacemi ricordare come in questo granito si trovino delle belle geodi con nitidi cristalli d'ortose, taluni dei quali furono studiati anche dal prof. A. D'Achiardi [2]. In alcuni di essi egli riconobbe le combinazioni (110, 101, 010, 001), (111, 110, 101, 010, 001), e l'aspetto loro somigliantissimo a quello presentato dai cristalli di S. Piero in Campo, e talora anche a quello dei cristalli impuri di Capo d'Enfola, e a quelli anche costituiti di feldispato vetroso.

Il **Plagioclasio,** a seconda delle sezioni, è deficiente o abbondante in modo da avere importanza pari all'ortose. Esso è trasparente o bianco sudicio, in generale in stato più fresco dell'ortose. Si presenta o minutamente disseminato, o in piccole segregazioni di cristalli listiformi allungati secondo lo spigolo [001, 010] (Tav. IV, fig. 3), ed è facilmente riconoscibile a luce polarizzata parallela per la sua struttura polisintetica derivante da geminazione secondo il piano 010 con legge dell'albite. Ha colori d'interferenza poco vivaci e nei toni d'azzurro, grigio e giallo. Nel misurare l'angolo d'estinzione ho avuto valori diversi varianti da un minimo di 2°-3° a 19°. Dall'analisi a luce polarizzata non si può affermare decisamente se il plagioclasio sia albite od oliglocasio, perchè non è possibile precisare

---

[1] Op. cit.

[2] A. D'Achiardi. — *Mineralogia della Toscana.* Pisa 1873.

la sezione d'un cristallo di cui si fa l'osservazione. Può esser benissimo che si abbia a che fare con una serie di plagioclasi che cioè dall'oligoclasio si passi successivamente ad altri composti più o meno sodiferi e come termine più ricco in soda si giunga anche alla vera e propria albite.

Il **Quarzo** ultimo per solito a cristallizzare sta a rapprensentare la silice in eccesso: si trova quindi a riempire gli spazi lasciati dagli elementi già deposti, e come tale nelle più svariate maniere ora ad occupare piccolissime superfici rotondeggianti o allungate, ora al contrario a riempire vacui assai grandi generalmente allo stato allotriomorfo. Talvolta assume forme che lo fanno credere idiomorfo, dovute al modo d'orientamento dei cristalli che lo attorniano e sui quali s'è modellato: il che si può riconoscere alla luce polarizzata, poichè il cristallo di quarzo creduto unico mostra la polarizzazione d'aggregato. Però è innegabile che alcuni cristallini tendono manifestamente all'idiomorfismo vero e proprio, del qual fatto abbiamo a conferma l'aver trovato aree cristalline d'ortose con compenetrazione di quarzo in cristalli allungati e parallelamente disposti, l'aver riscontrato cioè una struttura pegmatitica (Tav. IV, fig. 4), che ci rivelerebbe dunque la possibilità anche di una deposizione inversa dei costituenti.

Colori d'interferenza assai più vivi che nell'ortose. Moltissime inclusioni liquide e solide; le liquide sono allineate in strisce a forme varie e di diversa grandezza, e tutte con livella. La livella mentre in alcune occupa uno spazio ristrettisimo, in altre quasi per intero riempie la cavità, riducendosi il liquido ad una minima proporzione. La grandezza di queste inclusioni varia tra limiti assai vasti, poichè da quelle che misurano qualche centesimo di mm. si passa ad altre, che anche con forte ingrandimento appaiono soltanto come minutissime granulazioni.

Le inclusioni solide, sebbene siano quasi le stesse riscontrate nella mica e nell' ortose, le descrivo ora poichè è nel quarzo che lasciano meglio vedere i loro distintivi caratteri, essendo il mezzo in cui sono immersi incoloro e limpido. — Esse sono le seguenti :

α) microliti d' **apatite** in lunghi prismi striati trasversalmente, a notevole rilievo, a piccolo assorbimento per la loro sottigliezza, a colori d' interferenza grigio-azzurrognoli. Taluni

allungatissimi, decisamente aciculari, lasciano benissimo vedere le terminazioni piramidali. Ricchi alla lor volta d'inclusioni assumevano un aspetto un poco granuloso. Spessore variabile tra $^{1}/_{100}$ o $^{2}/_{100}$ di mm.

β) microliti incolori di **zircone** intorbidati per inclusioni gassose d'aspetto gommoso, in cristalli prismatici con contorni arrotondati e smangiati per soluzione sofferta. Presentano rilievo e contorno d'ombra fortissimi: i colori d'interferenza da verde a rosso vivacissimi.

γ) **tormalina** in cristalli bacillari pleocroici.

δ) **mica nera-biotite** in piccole lamelle.

ε) notai pure tre microliti giallo bruni, cuneiformi o a zeppa, a notevole rilievo, con pochissimo assorbimento, a contorno leucoxenico. Sarei propenso a ritenerli per **Titanite** quantunque con ciò io non escluda che possano essere di *mica scura*.

ζ) infine numerose **longuliti** indeterminabili.

La **Mica bianca muscovitica,** che secondo l'ing. Traverso proviene dall'alterazione del plagioclasio, ha pure parte nella composizione della roccia, quando in lembi frastagliati, quando in frammenti laminari striati, senza determinata orientazione e quasi con disposizione radiale. Essa è quasi incolora, nè mostra assorbimento di sorta, è quasi priva d'inclusioni. Splendidi sono i suoi colori d'interferenza dai rosei ai verdi perlacei.

Tra gli elementi accessori sono da considerare:

Tormalina nera e lucente per riflessione, per trasparenza bruna. Al microscopio si presenta in cristalli allungatissimi di piccolo spessore, sovente fibrosi, e con frequenti striature trasversali parallelamente alla base. Pleocroismo notevolissimo, dappoichè i cristalli quando l'asse di simmetria principale, ossia l'asse d'allungamento, sia parallelo alla sezione principale del nicol polarizzatore hanno deboli colorazioni giallo-verdastre che giungono quasi ad un nero intenso, quando l'asse d'allungamento ne è normale. I colori d'interferenza bruni e nei margini verdi e rosei.

Di tormalina disseminata nella roccia pochi esempi ho trovato e questi consistevano in cristalli rotti e terminati da una parte da faccie romboedriche. Di queste molte erano policrome e pleocroiche. Presi nota del contegno che mi presentò una di tali tormaline.

ε	ω
spigo	carneo pallido
giallo	violetto
roseo violaceo	giallo verde
verde pallido	roseo
giallo bruno pallido	bruno intenso

Ilmenite dubbia e scarsissima in cristalli a sezioni esagone, o in minuti granuli, a contorni un po' smangiati di colore brunonero opaco senza pleocroismo e senza azione sulla luce polarizzata.

Cosa degna di nota mi pare l'aver trovato in una delle sezioni della roccia in esame delle sferuliti, per trasparenza d'un bel verde, a struttura fibrosa, le quali, perchè costituite di fibre tutte omogenee, cioè della stessa sostanza cristallina, a luce polarizzata hanno tutte un uguale angolo d'estinzione, e danno perciò col girare della sezione l'apparenza d'una croce immobile. I colori d'interferenza erano nei toni azzurri scuri. La natura mineralogica di queste sferuliti m'è ignota.

Per completare l'analisi del granito porfirico, dirò che le sezioni sono attraversate da maglie e vene sottili di sostanza gialla limonitica, che in certi punti si raggruppa di preferenza.

II) Microgranito.

È questo il granito che in forma di potente filone attraversa quello porfirico a Gavorrano. Risulta d'una massa omogenea bianco-grigiastra a struttura microcristallina, che involge dei granuli di quarzo più voluminosi, delle lamine di mica biancastra e piccoli cristalli di feldispato tabulari, grandemente caolinizzati. Molte sono le varietà di questa roccia, però sembrami si possano ridurre a due tipi principali, a seconda che la tormalina vi abbia o no grande importanza. Siccome il filone micrografico è quasi completamente costituito dalla varietà tormalinifera così descriverò prima questa.

a) Microgranito tormalinifero.

Ha una struttura olocristallina ipidiomorfa (Tav. IV, fig. 5). Il suo peso specifico varia fra 2,6-2,7 a seconda della minore o maggiore quantità della tormalina, la quale rispetto agli altri

minerali nominati ha il peso specifico più elevato. Da una grana mediocremente fine si passa a quella finissima, la quale ultima impartisce alla roccia una compattezza comparabile a quella del calcare cristallino. Sovente la tormalina si accumula di preferenza lungo certe strisce, e forma delle venature brune: per il solito però è disseminata in modo uniforme e in ogni maniera possibile nella massa.

Della **mica** dirò che essa appartiene alla serie delle bianche, colla particolarità però d'aver un assorbimento notevolissimo, per cui mentre le lamine listiformi si trovano in direzione perpendicolare alla sezione principale del nicol analizzatore sono quasi perfettamente scolorite e trasparenti, collocandole invece in posizione parallela esse acquistano un colore giallo bruno rossastro. I colori d'interferenza sono sempre alti e perlacei similissimi a quelli della muscovite. Vi si osservano poche e rare inclusioni di zircone e delle granulazioni scure.

Il **quarzo** e il **feldispato monoclino** e **triclino** ripetono i soliti caratteri già descritti precedentemente. Si può notare tuttavia che sono sparsi con più uniformità. Rari i frammenti con struttura pegmatitica.

La **tormalina** è il minerale che in questo granito meglio si discerne ad occhio nudo pel suo colore nero lucente nella massa bianchissima. Abitualmente in grossi cristalli prismatici terminati dalla base da ambe le parti, ovvero da faccie del romboedro ad un'estremità, dalla base all'altra, è rarissimamente terminata dalle due parti dal romboedro. L'ing. TRAVERSO a questo proposito dice che “ *la tormalina si trova in cristalli bacillari assai corrosi, rotti normalmente al loro allungamento con allontanamento e spostamento delle parti frammentizie* „. Per quante sezioni abbia esaminate non ho mai potuto riscontrare corrosione, nè spostamento in codesti cristalli. È vero che essi a prima vista parrebbero tutti compenetrati e corrosi dal magma (Tav. IV, fig. 6), il fatto però che quel magma stesso, che parrebbe compenetrarli, è già completamente individualizzato nei suoi componenti, ci fa piuttosto ritenere che la tormalina si sia formata quando il magma era già consolidato, ovvero simultaneamente ad alcuni elementi in presenza di vapori che poterono emanare in seguito contenenti borati e fluoruri necessari alla sua costituzione. Neppure esiste spostamento, come dimo-

strano l'estinzione e l'assorbimento contemporaneo delle parti, il che non avverrebbe se vi fosse reale spostamento. Facile è il comprendere come si possano avere di questi cristalli apparentemente spostati, se poniamo mente alla loro costituzione: giacchè formandosi contemporaneamente o posteriormente all'individualizzazione degli ultimi elementi del magma sono costretti ad occupare spazi già limitati per cui non possono acquistare forme complete in ogni parte. Così si potranno avere dei cristalli di tormalina che normalmente al loro allungamento siano attraversati da compenetrazioni listiformi di quarzo o interne o marginali. Ora se la sezione viene fatta in un piano tale del cristallo in cui comparisca il quarzo, la sezione darà l'apparenza che il cristallo in quel piano sia rotto e spostato. — Benchè l'orientazione di codeste tormaline sia diversissima, pure sono risultate predominanti le sezioni prismatiche e quelle secondo la base. Quest'ultime risultano come superfici poliedriche ennagone ad angoli di due sorta, gli uni di 120°, gli altri di 150° e precisamente in numero di tre i primi, di sei i secondi. Evidentemente quelli di 120° appartengono all'esagono regolare, i quali alternativamente sono stati, modificati dal prisma trigono emiedrico $\alpha \{2\bar{1}\bar{1}\}$. Queste sezioni basali sono d'un verde bruno e quasi sempre estinte a luce polarizzata. Le sezioni prismatiche talune sono allungatissime e attraversate da strie parallele alla base. I colori sono varii; dalle tormaline acroiche si passa a quelle brune per la scala dei gialli-verdastri: il dicroismo pure ne è forte.

In questa varietà di granito non ho trovato un solo cristallo policromo. Le dimensioni di queste tormaline variano da parecchi mm. a pochi centesimi di mm., senza contare i più piccoli microliti di tormalina, che in forma prismatica sono contenuti come inclusioni nel quarzo.

b) Microgranito micaceo.

Anche questa è una roccia olocristallina ipidiomorfa, in cui molto abbondante è la mica bianco-rossigna, e manca la tormalina. Questa varietà costituisce sottili vene nel granito tormalinifero. È d' un colore biancastro con qualche chiazza nera o più o meno bruna; nel primo caso per la presenza di qualche rara tormalina, nel secondo per la mica rossastra che è sovrap-

posta in lamine. Ai caratteri microscopici nulla ha di particolare, giacchè il quarzo, l'ortose hanno il solito aspetto e in piccola parte una struttura pegmatitica: la mica è sempre un po' rossigna e in aggruppamenti con qualche zircone incluso. Pochissimo plagioclasio a piccolo angolo d'estinzione termina la serie dei costituenti di questa roccia.

§. IV. — **Origine del granito di Gavorrano.**

Tralasciando le considerazioni d'indole affatto generale sulle quali non esiste verun dubbio, veniamo a discorrere subito del nostro granito su cui esisterono dispareri riferentisi non ad esso solamente, ma anche a quelli formanti il Monte Capanne nell'isola d'Elba, l'isola del Giglio e di Monte Cristo. Si fa adunque una discussione unica per i graniti della Toscana quasi potessero rappresentare i resti d'una catena rotta e denudata, quantunque l'individualità di queste masse si debba col Lotti ritenere innegabile, e possa ammettersi solo nel senso che esse siano collegate da una grande formazione profonda da cui a guisa di dicchi emergono.

Il Lotti [1] pel granito elbano ammette una formazione da scisti feldispatici in presenza di soluzioni minerali acquose in speciali condizioni di temperatura e pressione: un' azione quindi di metamorfismo potentissima. La massa cristallina così ridotta fusa in seguito a minor pressione e per altre forze che la sollecitavano, potè sollevare i sedimenti sovrastanti, alterarli e conformarsi a guisa di cupola. Contemporaneamente potè iniettarsi nelle spaccature in dicchi e filoni a struttura porfirica per le condizioni differenti in cui s'effettuava il consolidamento. Pel granito di Gavorrano lo stesso autore non riscontra la forma di cupola, ma quello di grandissimo dicco di manifesta origine intrusiva sia per l'incassamento fra i calcari non che pel metamorfismo determinato al suo contatto in essi. Della qual cosa s'accorse pure il Savi [2], il quale nel 1830 ragionando d' una collezione geognostica delle roccie della Toscana, disse trovarsi delle roccie granitiche ad attraversare masse dolomitiche, e per conseguenza secondo le idee del celebre Leopoldo de Buch,

---

[1] Lotti. — *Descr. geol. dell'isola d' Elba. Orig. dei graniti toscani,* 1886.

[2] P. Savi. — *Catalogo ragionato d'una collezione geognostica delle roccie della Toscana.* Nuovo Giorn. dei Lett. Pisa 1830, T. XX.

doversi considerare come causa della dolomite stessa; e appunto come esempio di ciò riportava il granito di Gavorrano. Tornò il Savi [1] su questo argomento nel 1834 sempre più persuadendosi che la massa granitica in parola fosse causa del sollevamento dei circonvicini poggi, e della conversione del calcare compatto in cristallino.

Dell'idee ora esposte però non fu il De Stefani [2] che, trattando i terreni cristallini e paleozoici della Sardegna, si contentò di asserire che i graniti toscani non hanno affatto carattere intrusivo, ma che costituiscono il nucleo più antico delle roccie sedimentarie di quella regione. Successivamente scriveva [3] che la granitite o granito biotitico in Toscana e nelle sue isole forma degli elissoidi o cupole assai regolari come è proprio delle roccie antiche della catena litorale metallifera, che inoltre a Gavorrano essa è situata sotto schisti probabilmente carboniferi: e, conchiudeva che in niuna delle isole tirrene e nella terraferma toscana la granitite presenta carattere intrusivo, e la sottoposizione alle roccie successive è sempre regolare.

Ad appoggiare il De Stefani già il Bucca [4] negava le azioni di metamorfismo, giacchè non aveva voluto attribuire valore dimostrativo all' analisi del Dalmer su queste roccie metamorfiche, non essendosi trovati minerali di contatto e perchè di esse non si erano ricercati esemplari rappresentanti stati intermedi: e sosteneva che mai i calcari alberesi si confondono coi cristallini, a dimostrare con ciò che le roccie a tipo antico sono antiche e che qua e là si depositarono le più recenti. Il Dalmer [5] però aveva mostrato che non sono frequenti i minerali di contatto in certe roccie come gli scisti argillosi calcariferi modificati, che vengono in contatto col granito presso Monte Capanne.

---

(1) P. Savi. — *Alterazione dell'Alberese: sua conversione in calcare salino.* Nuovo Giorn. dei Lett. Pisa T. XXIX, 1834.

(2) De-Stefani. — *Cenni preliminari sui terreni cristallini e paleozoici della Sardegna.* Atti R. Acc. Lincei 1891, 1.º sem. fasc. 7.º.

(3) De Stefani. — *Granitite in massa* ecc. — Boll. Soc. Geol. It. 1893.

(4) L. Bucca. — *L'età del granito di Monte Capanne.* Atti R. Acc. Lincei, 1891, 2.º sem., fasc. 8.º.

(5) Dalmer — *Die geol. Verhalt der Insel Elba.* Zeitsch. de Naturwiss. Halle 1894.

Il Lotti [1] animato dalle conclusioni del Cocchi e del Dalmer replicò e sostenne la vecchia tesi, dimostrando come presso Fetovaia all'Elba possa constatarsi l'intrusione del granito e la silicizzazione dei calcari sul contatto della massa granitica, e potè mostrare anche che il granito dei filoni intrusi era lo stesso di quello della massa, cioè che quello non costituiva che apofisi di questa. Quanto a Gavorrano il granito attraversa ed altera roccie del lias inferiore e manda delle vene anche dentro a quegli scisti supposti carboniferi dal De Stefani, inducendo le alterazioni solite con formazione di andalusite (Al_2SiO_5), chiastolite ed altri minerali caratteristici.

§. V. — **Età del granito di Gavorrano.**

Savi, Studer, Pilla e Coquand, Collegno, Pareto, Meneghini, vom Rath, Cocchi, Dalmer sostennero l'età terziaria dei graniti toscani. Il Lotti [2] pure è dello stesso avviso; e quanto a Gavorrano non ammette una distinzione netta tra il granito normale e tormalinifero giacchè presso il loro contatto si confondono; non ammettendo quindi due eruzioni distinte, passa a mostrare come l'unica eruzione sia avvenuta nell'età terziaria. Infatti, egli dice [3], il granito in quella località forma un grosso dicco nelle roccie liassiche alquanto modificate al contatto, sopra cui ad ovest succedono gli strati eocenici sollevati e contorti, mentre il filone granitico non presenta alcun disturbo nel suo andamento quasi verticale, come sarebbe inevitabilmente avvenuto se fosse stato anteriore ad esse. Conclude quindi che i graniti di Gavorrano, Elba e altre isole toscane sono più giovani delle roccie sedimentarie eoceniche; e restringe l'età delle roccie granitiche toscane tra l'eocene e il miocene superiore dalla presenza, non lungi dalla massa granitica di Gavorrano, d'un conglomerato di ciottoli miocenici d'eurite a nuclei tormaliniferi e di porfido quarzifero altrove evidentemente connessi col granito.

---

(1) Lotti. — *Sulle apofisi della massa granitica del Monte Capanne.* Boll. Com. geol. 1894.

(2) B. Lotti. – *Sulla Geol. del gruppo di Gavorrano.* Boll. R. Com. Geol. VIII, 1877.

(3) B. Lotti. — *Sulla età e sull'origine dei graniti toscani.* Boll. R. Com. geol. 1884.

Di qui l'origine di varie discussioni tra il De Stefani e Bucca da una parte, il Lotti dall'altra.

Il De Stefani [1] sostenne prima che i graniti toscani assieme a quelli della Sardegna, Corsica e delle Alpi si potevano attribuire al laurenziano o allo gneiss centrale invocando in favore del suo asserto la somiglianza con questi ultimi enumerati. In seguito [2] parlando della granitite o granito biotitico e del suo modo di giacimento in Toscana disse che giammai essa ha carattere intrusivo, e l'interruzione stratigrafica colle roccie a contatto porge un argomento della sua antichità. Quei conglomerati di eurite, che servirono al Lotti per provare l'età terziaria del granito di Gavorrano, si trovano anche nel trias e siluriano della Sardegna. Non esitò dunque il De Stefani per la gran somiglianza coi graniti di Sardegna e Alpi di ritenere i graniti toscani come archeani.

Il Bucca [3] a rendere completamente indipendente dall'eocene l'età dei graniti e porfidi quarziferi toscani ammise la presenza d'un pseudoporfido, rigenerato dai detriti del primitivo, basandosi sulla mancanza di ogni azione di metamorfismo. Ammettendo adunque questo pseudoporfido come eocenico sarebbe stato naturale ammettere come anteriore il vero porfido. In altro scritto [4] negò fede a quanto il Lotti aveva detto circa l'età del granito di Gavorrano, non parendogli che il ripiegamento e sollevamento degli strati eocenici valgano a dare una convinzione della posteriorità del granito agli scisti dell'eocene superiore, poichè questi sono frequentissimamente sconvolti senza sospetto di vicini o lontani filoni granitici.

Il Lotti [5] finalmente ritornò sull'argomento e coadiuvato dagli studi del Dalmer provò l'intrusione del granito negli strati eocenici in filoni, vere apofisi della massa granitica. Rispose al De Stefani come ritenendo egli i filoni racchiusi nelle roccie

---

(1) C. De Stefani. — *Cenni preliminari sui terreni cristallini e paleozoici della Sardegna.* Atti R. Acc. Lincei, 1891, 1.° sem., fasc 7.°.

(2) C. De Stefani. — *Granitite o granito biotitico* ecc. Boll. Soc. Geol. it., 1893.

(3) L. Bucca. — *L'età del granito di Monte Capanne.* Atti R. Acc. Lincei, 2° sem. 1891, Vol. 7.°, fasc. 8.°.

(4) L. Bucca. — *Ancora* dell'*età del granito di Monte Capanne* Atti Acc. Gioenia di scienze naturali in Catania, S. IV, Vol. V, 1892.

(5) B. Lotti. — *Sulle apofisi della massa granitica del Monte Capanne* ecc. Boll. R. Com. Geol. It., 1894.

sedimentarie dell'eocene superiore essere d'un granito posteocenico, non vedesse la ragione per ammettere posteocenica tutta la massa, ora specialmente che le apofisi trovate ne provavano il carattere intrusivo. Rispose anche al Bucca intorno al pseudo-porfido, il quale ultimamente esaminato dal Kalkowski fu riconosciuto come un porfido quarzifero, esclusa quindi la sua origine detritica: per la mancanza di metamorfismo sulla roccia a contatto del porfido quarzifero si valse d'una frase dello Zirckel " Mentre i graniti sono circondati da roccie di contatto metamorfizzate, mancano quelle apparenze di contatto caratteristiche per i propri porfidi quarziferi „.

A questo punto si trova la questione dell'età dei graniti toscani, nè, ch'io mi sappia, è stato scritto altro in proposito posteriormente. Quindi una soluzione che non dia luogo a controversie non è ancora stata data. Per Gavorrano però la manifestissima forma di dicca del granito, e le azioni di metamorfismo sulle roccie a contatto confermerebbero col Lotti la sua origine intrusiva e la sua età eocenica.

Laboratorio di Mineralogia dell'Università di Pisa,
10 giugno 1896.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IV.

Le fotografie 1-4 sono state eseguite a nicol incrociati, le 4-5 a luce ordinaria. — Ingrandimento di tutte diam. 22.

Fig. 1. Granito porfirico con cristalli di quarzo e mica in massa d'ortose alterato.
„ 2. Granito porfirico con ortose fibroso.
„ 3. Granito porfirico con plagioclasio a struttura polisintetica.
„ 4. Granito porfirico con struttura pegmatitica.
„ 5. Microgranito tormalinifero a struttura minutissima con piccole tormaline.
„ 6. Microgranito tormalinifero con tormaline a sezioni basali e prismatiche con falsa apparenza di corrosione.

ISTITUTO ANATOMICO DELLA UNIVERSITÀ DI PISA

Dott. GIUNIO SALVI

DISSETTORE

SOPRA LO SVILUPPO DELLE MENINGI CEREBRALI

Lo studio dello sviluppo delle meningi cerebrali e specialmente di quei prolungamenti di esse che si intromettono nelle primitive divisioni dell'encefalo e questo seguono nelle varie fasi della sua evoluzione, si trova un po' trascurato nella letteratura anatomica. Non esistono lavori speciali sull'argomento, e la descrizione comunemente seguita nei Trattati è appoggiata quasi esclusivamente all'autorità dei primi osservatori e basata solo sopra pochi stadi di sviluppo.

Ho studiato lunghe serie di embrioni di mammiferi e mi sono convinto che il processo di differenziamento delle meningi cerebrali non è ben definito, non esatta la spiegazione che comunemente si dà del modo di formarsi dei loro prolungamenti, non bene stabiliti e talvolta errati il numero, l'ordine di apparizione, la conformazione, ed il destino ultimo di questi.

Descriverò e figurerò quello che ho osservato, in embrioni di cavia, perchè di questi posseggo la serie più completa, avvertendo però che i fatti che espongo ho anche osservati e controllati nel coniglio, nella pecora e nell'uomo stesso. Farò precedere un rapido cenno sopra gli studi dei ricercatori che mi hanno preceduto.

Prima che l'origine mesodermale e comune delle meningi, affermata da Kollmann, fosse dimostrata e ammessa generalmente per opera di Kölliker e Mihalkovics, le idee più disparate furono sostenute circa la genesi di esse e dei loro prolungamenti.

Così Tiedemann [1] disse la parete delle primitive vescicole cerebrali essere costituita dalla pia madre, la quale infossandosi segnava le prime divisioni fra l'una e l'altra, e appoggiò la sua affermazione sopra l'osservazione già fatta da Malpighi e da Haller che nello spessore di quella parete appariscono i primi vasi e le prime traccie di sangue.

Vide distinte la dura madre e la pia madre in embrioni umani della 7ª e 8ª settimana, e vide la prima dividere la cavità cranica in due porzioni uguali formando la tenda del cervelletto. In embrioni di 11 settimane notò iniziata la formazione della falce e in altri di 14 vide la pia madre prolungarsi nei ventricoli laterali e nel 4° ventricolo. Non poté vedere l'aracnoide bene sviluppata che al 6° mese.

Bichoff [2] invece, sostenne che le tre meningi avessero tutte la stessa origine del sistema nervoso centrale e provenissero da una separazione istologica degli elementi più periferici della massa compatta costituente il sistema nervoso centrale primitivo. Allo stesso modo, disse che i prolungamenti meningei si formavano nel sito stesso che occupano per differenziazione degli elementi corrispondenti, e che solo si continuavano con le meningi esterne.

Altri con Remak [3], Reichert [4] e Rathke [5] ammisero che solamente la pia madre e parte dell'aracnoide provenissero da differenziazione istologica degli elementi cellulari costituenti la parete del tubo nervoso primitivo, mentre la dura madre si sarebbe sviluppata indipendentemente dalle altre meningi, dalla massa di cellule dalla quale prendono origine la scatola cranica e la colonna vertebrale. Da questo fatto deriverebbe, secondo Reichert la connessione intima che la pia madre mantiene con l'encefalo e secondo Rathke, la penetrazione di essa entro le fessure che si formano.

---

(1) Tiedemann Fr. — *Anatomie du Cervau contenant l'histoire de son developpement dans le Foetus.* Trad. A. I. de Jourdan. Paris 1823, pag. 17.

(2) Bichoff Th. — *Entwicklungsgeschichte der Saugethiere und des Menschen.* Leipzig 1842, pag. 195.

(3) Remak R. — *Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere.* Berlin 1850-55.

(4) Reichert C. B. — *Der Bau des Menschlichen Gehirns.* Leipzig 1859, u. 1861.

(5) Rathke H. — *Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere.* Leipzig 1861, pag. 104.

Hensen [1] infine fece nascere la pia da quella produzione speciale, che egli descrisse e chiamò *membrana prima.*

Più completa e precisa è la descrizione di Kollmann [2] questi disse che l' invoglio primitivo del sistema nervoso centrale, si divide ben presto in uno strato esterno: la cute, uno medio: la capsula cranica, ed uno interno: membrane cerebrali. La distinzione, da principio puramente istologica, si fa più tardi evidente per un deposito di sali di calce nello strato craniense. Lo strato che rappresenta l'abbozzo meningeo è chiaro e gelatinoso, paragonabile al connettivo embrionale che costituisce la gelatina di Warton.

In stadi più avanzati, si trova la porzione più periferica di questo strato, ispessita a costituire la dura madre, mentre la porzione più centrale, contigua al sistema nervoso presenta numerosi vasi e forma la pia madre. L'aracnoide apparisce in embrioni da 4 a 6 mesi, sotto forma di filamenti e trabecole tesi tra la dura e la pia.

Descrisse pure un tramezzo sagittale e verticale che fin dai primi stadi si trova fra le vescicole emisferiche, e combattè Tiedemann che l' aveva chiamato *falce primitiva.* Egli vide che era formato solamente da due lamine di pia madre tenute unite da scarso tessuto interposto, e la dura madre vi entrava solo in seguito a partire dall'apofisi cristagalli. Le due lamine posteriormente si divaricavano contornando la porzione degli emisferi che poggia sui talami ottici e venivano a confondersi alla base del cervello col pericondrio del cranio primordiale, mettendosi in questo tragitto in relazione coi plessi coroidei laterali. A tale stadio non esisteva alcuna piega la quale potesse venire interpetrata come *tela coroidea* o *velum interpositum*, mentre in embrioni dal 4° al 7° mese, appariva una membrana indipendente, portatrice del plesso coroideo del 3.° ventricolo, la quale, decorreva sulla volta del ventricolo stesso. Anch'essa era duplice e fra le due lamine, fin dal 5° mese, si trovavano alcune vene le quali poi si riunivano a formare la *vena magna Galeni.*

---

(1) Hensen V. — *Beobachtungen über die Befruchtung und Entwicklung des Kanichens und Meerschweinchens.* Zeitschrift f. Anat. und Entw. I Bd. 1876, p. 367.

(2) Kollmann J. — *Entwicklung der Adergeflechte.* Leipzig. 1861, p. 24 e seg.

Dursy [1] completò Kollmann occupandosi più specialmente della genesi e dell'evoluzione dei sepimenti meningei e dandone la prima descrizione generale.

Egli combattè l'asserzione di Kollmann che i primitivi tramezzi meningei fossero costituiti dalla sola pia madre, e sostenne essere i prolungamenti primitivi solidi, e formati da sostanza gelatinosa analoga al connettivo embrionale e ricchissimi di vasi grandi e piccoli.

Disse pure che essi si trasformavano nei prolungamenti della pia madre che sono in unione coi plessi coroidei ed in parte in quelli della dura madre, che servono a dividere la cavità del cranio.

Circa il loro modo di formarsi sostenne che essi devono esser considerati come prolungamenti della parete craniense destinati a portare i vasi necessari al grande sviluppo che prende l'encefalo; e che devono la loro esistenza ad un ineguale accrescimento delle vescicole cerebrali e della scatola cranica. Il tubo cerebrale cresce poco di circonferenza in corrispondenza delle tre infossature da principio poco profonde che separano le vescicole cerebrali primitive, mentre cresce molto fra una infossatura e l'altra, onde queste si approfondano sempre più. Da parte del cranio invece, i primitivi prolungamenti che occupano fin da principio le infossature, non crescono e non si approfondano insieme a queste ma invece si spianano, e lo spazio che così viene a formarsi è riempito dai prolungamenti sanguigni della membrana cerebrale.

Divise questi prolungamenti in *prolungamenti della base* e *prolungamenti della volta del cranio.*

I prolungamenti della base sono due ed egli li chiamò *pilastri,* anteriore e posteriore. Quest'ultimo è situato sul limite fra la base del cranio e la colonna vertebrale e sparisce nel corso dello sviluppo, lasciando dietro di sè il plesso venoso che si trova nella porzione anteriore del forame occipitale, mentre l'anteriore nasce con la curvatura ed il prolungamento del cranio oltre l'estremo cefalico della corda, e contiene l'arteria basilare. Si sviluppa per il fatto che, allorchè gli emisferi sono ancora piccoli, le carotidi interne hanno pure un ufficio secon-

---

[1] Dursy E. — *Zur Entwicklungsgeschihte des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbeltiere.* Tubingen 1869, pag. 60.

dario ed alla circolazione cerebrale provvedono le arterie vertebrali e perciò la basilare, che prende un grande sviluppo. Dà origine al *dorsum sellae* ed all'avventizia dell'arteria basilare.

Questo pilastro anteriore era però già stato descritto, prima di Dursy, da altri osservatori.

Così Baer [1] lo descrisse come un ammasso di connettivo appartenente all'abbozzo della colonna vertebrale, il quale conteneva la corda e riempiva lo spazio formatosi fra l' infundibulo, le eminenze quadrigemelle e il cervelletto. Tiedemann [2] lo notò in embrioni umani della 7.ª settimana e lo ritenne come l'abbozzo del tentorio del cervelletto. Reichert [3] lo ritenne come un prolungamento della superficie interna del cranio, destinato a tener fisso il cervello ed a formare in seguito il *dorsum sellae*. Rathke [4] infine lo descrisse nello sviluppo del cranio e lo chiamò *pilastro medio* o *impari* per distinguerlo dai due laterali o pari che si sollevano verso le parti laterali della testa prendendo parte alla formazione del cranio. Vide che nel seguito dello sviluppo si riduceva e spariva più o meno completamente.

Circa i prolungamenti della volta, Dursy disse che da principio erano 2 e dividevano la cavità cranica in 3 scompartimenti per le tre vescicole cerebrali primitive. Più tardi ne compariva un altro nella regione del cervello posteriore e del retro cervello, ed uno in avanti nella regione del cervello anteriore.

Chiamò quest' ultimo *falce primitiva* dimostrando che non era unico, come aveva detto Reichert ma che invece, giusto quanto aveva osservato Kollmann, doveva esser diviso in due porzioni: una anteriore impari che corrisponde alla vera *falce* e due posteriori pari che provengono dal biforcarsi della prima e che egli chiamò *sustentacula cerebri*. Asserì che il tentorio del cervelletto è formato da quel prolungamento che si intromette fra cervello medio e cervello posteriore, al quale vengono ad

---

(1) Baer K. E. — *Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Beflexion.* Könisberg 1828, Bd. I, pag. 75.

(2) Tiedemann Fr. — Loc. cit.

(3) Reichert C. B. — Loc. cit., pag. 30-31.

(4) Rathke H. — Loc. cit., pag. 124.

unirsi per piccola parte i *sustentacula cerebri* migranti indietro insieme agli emisferi.

Questa descrizione di Dursy fu in parte accettata in parte modificata e completata da Kölliker (1). Questi considerò lo strato gelatinoso descritto da Kollmann e accennato da Dursy, come l' abbozzo della pia madre e disse che esternamente a questo se ne trova un altro più consistente e fibroso il quale rappresenta il cranio e la dura madre non ancora separati, e la distinzione fra i quali si avrà solo all'epoca dell'ossificazione. Affermò inoltre che la aracnoide deve essere considerata come una emanazione della pia madre.

Quanto ai prolungamenti, li considerò anch'esso come proliferazioni dell' invoglio primitivo, ma rigettò l' idea che fossero prodotti come passivamente per effetto dei cambiamenti di forma dell' encefalo, sembrandogli strano che la parete interna e la parete esterna del cranio avessero ciascuna un accrescimento proprio, per modo che l'una venisse interessata nei ripiegamenti del cervello embrionale e l'altra no. Ammise pure che la proliferazione fosse il fenomeno iniziale il quale fosse la causa determinante delle ripiegature e dei solchi della parete cerebrale.

Chiamò il pilastro anteriore del cranio *sella turcica primitiva,* ammettendo dapprima con Tiedemann che fosse l' abbozzo del tentorio, ma riconoscendo più tardi che esso entra solo in parte nella produzione di questo prolungamento meningeo mentre si atrofizza e finisce per trasformarsi negli invogli cerebrali che riposano sul *clivus* e sulla *sella turcica.*

Descrisse la falce primitiva biforcata in dietro secondo Kollmann e Dursy, e disse che allorchè si formano il corpo calloso e il setto lucido, la parte impari di essa viene divisa in una porzione superiore che è la *falce primitiva* propriamente detta, ed una inferiore che è la *tela coroidea superiore.*

Chiamò anch' esso *tentorio primitivo* il prolungamento meningeo che si forma fra cervello medio e cervello posteriore, e disse che allorchè la porzione impari della falce, allungandosi indietro insieme agli emisferi, è arrivata a livello di esso, vi

(1) Kölliker A. — *Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Höheren Thiere.* Leipzig 1879, pag. 570 e seg.

si salda nel mezzo e si stabilisce così la connessione fra il tentorio e la falce.

Chiamò infine *piega dei plessi coroidei posteriori* quel prolungamento meningeo primitivo che si forma in addietro del cervelletto.

Mihalkovics [1] descrisse anch'egli i pilastri della base e i 4 prolungamenti della volta che divise in 1°, 2°, 3° e 4°. Disse però che il 4° che dapprincipio occupava l'angolo fra cervello posteriore e retro-cervello, sparisce con lo sparire di quest'angolo e quel prolungamento connettivale che si trova sotto al cervelletto è una produzione successiva. Il 3° dà origine al *tentorio* unendosi soltanto secondariamente con la falce.

Combattè l'opinione di Dursy secondo la quale i rami posteriori della falce andrebbero a prendere parte, sia pure molto secondaria alla formazione del *tentorio* e dice che fra questi rami e il vero tentorio primitivo si verifica solo una unione apparente e temporanea la quale, dopo la differenziazione istologica viene sciolta, ed i rami della falce separati, rimangono indietro come il tessuto connettivo piale e aracnoideale che sta sopra i talami ottici e le eminenze quadrigemelle.

Con Kölliker e Mihalkovics si arresta quasi completamente la bibliografia sopra lo sviluppo delle meningi e la loro descrizione e le loro figure si trovano riportate in quasi tutti i moderni trattati di Anatomia e di Embriologia. Qualcuno con Gegenbaur [2] ammette come principale fattore della divisione delle varie meningi, la formazione degli spazi linfatici.

Solo Lachi [3] studiando lo sviluppo della tela coroidea superiore, vide in un embrione umano iniziata la formazione del tentorio mentre ancora gli emisferi lasciavano scoperto il cervello medio, ed in altri embrioni di 4, 5 e 6 mesi vide il tentorio assumere sviluppo sempre maggiore, onde emise l'ipotesi che esso potesse formarsi molto in avanti, in relazione con lo sdoppiamento posteriore della falce primitiva, e migrasse in seguito in dietro. Fu confortato in questa idea dall'avere osservato in sezioni trasversali del tentorio il seno retto.

---

(1) Mihalkovics V. — *Entwicklungsgeschichte des Gehirns*. Leipzig 1877, pag. 165.
(2) Gegenbaur C. — *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. Leipzig 1892, pag. 418.
(3) Lachi P. — *La tela coroidea superiore e i ventricoli cerebrali dell'uomo*. Pisa, 1888.

***

Il tessuto mesodermale che involge l'encefalo primitivo e, interposto fra questo e la cute, rappresenta l'abbozzo della scatola cranica e degli invogli del cervello, è costituito da uno strato di connettivo embrionale giustamente paragonato da Kollmann al connettivo mucoso della gelatina di Warton. In un embrione di cavia lungo mm. 4 $^1/_2$ non presenta ancora traccia alcuna di differenziazione.

I cambiamenti di forma dell' encefalo e la prima apparizione dei solchi sulla sua superficie, cominciano allorchè questa massa si trova tuttora in tale stato e, qualunque sia il modo col quale si vogliano spiegare [1], è certo che ad essi spetta la prima parte e che è solo in seguito alla formazione del solco cerebrale che il connettivo penetra in esso.

Più tardi, come può vedersi in un embrione di cavia di mm. 11 $^1/_2$, lo strato più esterno di questa massa dà origine all'abbozzo del cranio membranoso, mentre lo strato più interno conserva per lungo tempo ancora le caratteristiche embrionali.

Gli autori, concordemente ammettono che questo strato più interno, in tutto o in parte, rappresenti l' abbozzo della pia madre, ma allorchè si tratta di spiegare i prolungamenti di questa nei centri nervosi, descrivono quelli come altrettante ripiegature od introflessioni della meninge stessa. Ciò non sarebbe possibile evidentemente, che nel caso che la meninge fosse già formata, o che fosse provata l' asserzione di Remak, Reichert e Rathke per la quale le meningi provenivano dalla parete stessa delle vescicole cerebrali. Se questo modo di dire e spiegare la cosa didascalicamente può essere ammesso, perchè in certo qual modo corrisponde a quello che è a sviluppo completo, non corrisponde certo al processo di formazione embrionale.

In questi stadi di sviluppo la meninge embrionale non è differenziata dalla scatola cranica più che non lo siano le varie meningi fra di loro ed in tal caso, se essa dovesse venire quasi

---

(1) V. Chiarugi G. — *La forma del cervello umano e le variazioni correlative del cranio e della suferficie cerebrale.* Siena 1886.

meccanicamente, compresa nelle ripiegature della superficie cerebrale, il ripiegamento stesso dovrebbe interessare tutti gli strati.

La meninge embrionale, molle, gelatinosa ed eminentemente plastica, riempie tutto lo spazio che è fra la parete cerebrale e quello che sarà poi il cranio membranoso. Allorchè il tubo nervoso si segmenta e si flette, meccanicamente, ma per il suo accrescimento, continuo la massa connettivale entra nei solchi e nelle fessure che si vanno formando, seguitando così nel suo ufficio primitivo.

Qui non si può parlare di introflessione, di raddoppiamento e di foglietti, e tanto meno di dura madre e di pia madre, dal momento che a questi stadi di sviluppo la massa è sempre indifferenziata; allo stesso modo non si potrà parlare di falce o di tentorio o di altre parti che alludano all'una o all'altra delle meningi definitive perchè, ripeto, di queste qui non è ancora alcuna traccia.

I prolungamenti della meninge primitiva, rappresentano in sezione tanti cunei i quali rivestono la forma del solco che li contiene e tale forma conservano anche a sviluppo completo. La loro evoluzione, per quanto riguarda la forma, è strettamente legata a quella dell'encefalo ed essi subiranno gli stessi cambiamenti di conformazione e di rapporti che presenteranno i solchi nei quali sono accolti. Per quanto riguarda la struttura poi, l'evoluzione loro è collegata a quella della meninge parietale dalla quale provengono.

Primo periodo.

Allorchè l' asse dell' encefalo primitivo si flette in basso e si forma la *piegatura cranica* o *curvatura della sella di* His, prende posto nell'angolo un prolungamento della meninge primitiva il quale costituisce il *pilastro medio di* Rathke o *anteriore di* Kölliker. Ciò avviene assai presto, ed in un embrione di cavia di 3 mm. di lunghezza, il pilastro è già evidentissimo; è volto ventralmente ed apparisce come la continuazione della leggiera curva con la quale la base primitiva del cranio si continua, a questo stadio di sviluppo, con l'abbozzo della colonna vertebrale.

In sezione mostra l'aspetto di una clava, l'estremità rigonfiata della quale, corrisponde al pavimento del cervello medio che le sovrasta (fig. 1). Seguendolo nelle sezioni laterali, si vede che man mano passa e si confonde nel connettivo laterale e della base dell'invoglio cerebrale, e ciò più dorsalmente, perchè ventralmente la sporgenza del cervello anteriore sulle altre vescicole, lo limita meglio.

Nelle ricostruzioni si può vedere facilmente come esso abbia in complesso, una forma semilunare con la piccola circonferenza smussa e rotondeggiante, e i corni che si sollevano lungo le parti laterali dell'abbozzo craniense. In una parola segue esattamente il solco che lo accoglie.

È costituito tutto da connettivo embrionale senza traccia alcuna di differenziazione e che apparisce come continuazione di quello dell'abbozzo vertebrale. Fin dai primi stadi però (embrione di cavia mm. 3) mostra le traccie di formazione vasale ed in una cavia di mm. 4 $^1/_2$ i vasi sono evidentissimi specialmente all'apice e lungo la porzione dorsale (fig. 1).

Proseguendo lo sviluppo, l'encefalo si incurva ancora al limite fra il cranio e la colonna vertebrale *(piegatura nucale)*, ed il connettivo dell'invoglio primitivo vi prende parte formando quello da che Dursy e da Kölliker prese il nome di *pilastro posteriore della base del cranio.*

Questo più che un prolungamento meningeo, è un angolo formato a spese di tutti gli strati; comincia ad apparire in una cavia di 8 mm. di lunghezza ed è già manifestissimo in una di 11 $^1/_2$, (fig. 2 e 4) anzi si può dire che a questo stadio corrisponde il massimo del suo sviluppo. Esso fin da principio presenta numerosi vasi dei quali alcuni in corrispondenza dell'angolo, e nelle sezioni sagittali appariscono sezionati trasversalmente, altri verso la base e questi non si vedono che nelle sezioni più mediane e sono diretti sagittalmente. Più profondamente, cioè addossati a quello che poi sarà lo strato osteogeno, ve ne sono ancora altri trasversali (fig. 4 e 5).

Il tessuto che intercede fra i due pilastri è anch'esso solcato in direzione sagittale da vasi che appariscono evidentemente in continuazione gli uni degli altri.

Negli stadi più giovani di sviluppo, come per esempio in un embrione di cavia di 3 mm. non si può parlare di prolun-

gamenti della volta, e ciò perchè non esistono solchi o sono così poco profondi da non costituire che dei leggieri avvallamenti denunziati dallo spessore un po' aumentato in quel punto, dell'invoglio primitivo. Più tardi però (embrione di cavia di mm. 4 $^1/_2$) i solchi si fanno più distinti e i prolungamenti appariscono evidenti (fig. 1, 2, 3).

Il primo ad apparire è un sepimento trasversale che occupa il solco che divide il cervello medio dal cervello posteriore ed è quello che Dursy e Kölliker chiamarono *tentorio primitivo* perchè lo ritennero l'abbozzo della tenda del cervelletto.

Tutt'affatto in avanti poi, un altro prolungamento apparisce, anch'esso trasversale, e corrisponde al solco che si forma fra il cervello anteriore e gli emisferi allorquando questi cominciano a svilupparsi. Questo solco trasversale, comunica sulla linea mediana con l'altro sagittale che è l'inizio della scissura longitudinale.

I solchi stessi visti dall'alto hanno l'aspetto di una lettera Y con l'apertura dell'angolo volta dorsalmente. Nel seguito dello sviluppo però, i due rami divaricano sempre più uno dall'altro fino a che si viene gradatamente alla forma di un **T** e, naturalmente, i prolungamenti meningei prendono la stessa forma dei solchi.

Dursy descrisse il prolungamento sagittale come la *falce primitiva* ed ammise, seguendo in parte Kollmann, che questa posteriormente si biforcasse nei due rami laterali che chiamò *corni laterali della falce* o *sustentacula cerebri*. Questa descrizione seguìta poi comunemente, a me non pare esatta.

I due sepimenti sono dipendenti uno dall' altro, o meglio sono fra di loro in una connessione che va facendosi sempre maggiore, ma il più dorsale di essi non può venire interpetrato come la biforcazione del primo, giacchè esso non costa di due porzioni laterali, ma è una lamina connettivale continua di forma semilunare la quale occupa quella fessura trasversale che si forma e va sempre aumentando di profondità, fra gli emisferi e il cervello intermedio. Essa ricopre tutta la volta del cervello intermedio, e solo sulla linea mediana si unisce e si continua con la falce primitiva.

Al primo apparire degli emisferi, essendo questi molto divaricati dorsalmente, il tratto di unione fra i due prolunga-

menti è largo e di forma triangolare e si ha perciò l'apparenza di una lettera Y. Man mano però che gli emisferi si sviluppano, si accostano ed allora i prolungamenti col loro margine superiore o periferico vengono a dare l'apparenza della lettera T.

Di più vedremo come, per l'evoluzione che dovrà subire, al sepimento trasverso spetti una grande importanza. Chiamerò *falce primitiva* il prolungamento sagittale, e *prolungamento trasverso ventrale* l'altro.

I rapporti e la conformazione di questi prolungamenti sono i seguenti:

Il prolungamento dorsale o *tentorio di* Kölliker, in sezioni sagittali e mediane apparisce diretto obliquamente in avanti. Appena accennato in un embrione di mm. 4 $^1/_2$, è già molto profondo in uno di 8 $^1/_2$ (fig. 1, 2, 3). Esaminando delle ricostruzioni e paragonandole con cervelli estratti, si vede che esso circonda a guisa di semicerchio il limite fra cervello medio e cervello posteriore e le sue parti laterali, portandosi in avanti, vengono a far capo nel connettivo della base sollevato nel *pilastro medio di* Rathke, e precisamente in corrispondenza della parte posteriore dell'apice di questo pilastro.

Il *prolungamento trasverso ventrale,* appena accennato in una cavia di 3 mm., in una di 4 $^1/_2$ è già molto profondo.

In sezioni sagittali si mostra diretto obliquamente dall'alto al basso e dall'indietro all'avanti e, seguendolo nel suo decorso con sezioni laterali e con delle ricostruzioni, si vede che segue esattamente il solco che formano gli emisferi nello staccarsi dal resto del cervello anteriore primario, ora divenuto cervello intermedio. Ha anch'esso forma semilunare e, a partire dalla linea mediana, volge prima in dietro e in basso, poi in avanti, seguendo la curva del margine dorsale degli emisferi, fino a che viene a confondersi anch'esso col connettivo che trovasi accumulato alla base del cervello e che corrisponde appunto alla base del *pilastro di* Rathke.

La *falce primitiva* ha direzione perpendicolare a questo e vi si continua sulla linea mediana.

In questi stadi di sviluppo nessun altro solco apparisce sulla linea mediana, e quindi nessun prolungamento: lo stesso però non è lateralmente. Un solco abbastanza distinto, per quanto

poco profondo, o per meglio dire un avvallamento della parete cerebrale, esiste nelle parti laterali dell' encefalo fra cervello intermedio e cervello medio (fig. 3). Il prolungamento dell' involglio primitivo che lo occupa non arriva perciò sulla linea mediana, ma va rendendosi sempre più manifesto in basso dove si dirige verticalmente, confondendosi con le parti laterali del pilastro di Rathke. Anzi, per questo suo rapporto, potrebbe benissimo essere interpetrato come il prolungamento dei corni laterali del pilastro stesso, ed è probabilmente lo stesso che Rathke chiama *pilastro laterale* o *pari* dalla base del cranio. Fra questo prolungamento e il *tentorio di* Kölliker è circoscritto una specie di triangolo (fig. 6) nel quale è compreso il cervello medio che occupa la porzione più elevata dell'encefalo.

Riassumendo perciò, a questo stadio di sviluppo abbiamo dalla volta del cranio 4 prolungamenti dei quali uno sagittale e verticale che occupa la scissura intermisferica, e gli altri trasversali dei quali il ventrale è fra cervello anteriore e cervello intermedio, e corrisponde alla biforcazione della falce primitiva degli autori; il medio, invisibile sulla linea mediana, è distinto benchè poco profondo ai lati ed è fra cervello intermedio e cervello medio; il dorsale è fra cervello medio e cervello posteriore ed è il *tentorio primitivo* degli autori. Il ventrale e il dorsale hanno in sezione la forma di cunei ad angolo acuto, il medio è molto smussato e rotondeggiante.

Il meccanismo di formazione di questi prolungamenti ed i loro rapporti reciproci, si spiegano facilmente.

Se l'encefalo nel suo sviluppo si fosse mantenuto su di un asse diritto, cioè le vescicole cerebrali si fossero segmentate mantenendosi sulla stessa linea, i tre solchi e quindi i tre prolungamenti si sarebbero trovati press'a poco paralleli. L'encefalo però si è incurvato con un angolo che ha fatto sporgere in alto il cervello medio, e nell'angolo si è formato il pilastro di Rathke, ed allora i 3 prolungamenti si sono trovati tutti a convergere verso di questo.

Secondo periodo.

Lo sviluppo straordinario che prendono gli emisferi sopra le altre vescicole cerebrali, apporta grandi modificazioni allo stato

di cose descritto. Gli emisferi si accrescono in alto ed in dietro con una specie di movimento di rotazione rassomigliabile a quello di un ventaglio che si apre, e con un centro che è rappresentato dal peduncolo degli emisferi stessi; e questo movimento si inizia e per buon tratto si esplica, mentre le membrane che ricuoprono l'encefalo si trovano sempre allo stato embrionale indifferenziato.

Si spiega comunemente la formazione della tela coroidea come un raddoppiamento della pia madre, per effetto del quale i due strati di questa membrana che tappezzavano respettivamente le due superfici cerebrali prima in continuazione una dell'altra ed ora divenute parallele, verrebbero a porsi in contatto come avviene quando si piega in due un foglio di carta. È ben vero, come dimostrò Lachi (1), che se si considera come pia madre lo strato meningeo primitivo immediatamente a contatto con la superficie cerebrale, essa conserva con questa gli stessi rapporti che avrebbe avuti se gli emisferi, invece di ripiegarsi sopra le altre vescicole cerebrali, avessero continuato a svilupparsi all' avanti; ma qui la massa connettivale della meninge primitiva non ha perduto alcuno dei suoi caratteri embrionali. È sempre la massa molle e plastica che si è intromessa nel primo solco formatosi sulla superficie cerebrale ed allora, come duplicatura non è avvenuta la prima volta, duplicatura non può essere adesso.

Continuando il movimento degli emisferi avviene, mi si passi il paragone, quello che avverrebbe di una massa plastica la quale fosse interposta fra un piano ed un cilindro che avanzasse su questo. Man mano che il cilindro avanza, la massa viene compressa, e sul piano ne viene disteso uno strato di uno spessore corrispondente all'intervallo che lo separa dal cilindro. Così si forma il *velum interpositum* degli autori e poi la tela coroidea. Essa non è dipendenza della falce primitiva ma sibbene del prolungamento trasverso ventrale, e noi dobbiamo considerarla soltanto come la porzione più profonda di esso.

Continuando ancora il movimento degli emisferi, il cervello intermedio si abbassa soverchiato da essi ed il prolungamento trasverso anteriore non si trova più a corrispondere al primi-

(1) Loc. cit.

tivo intervallo tra cervello anteriore e cervello intermedio, ma viene man mano avvicinandosi al cervello medio che occupa sempre la sommità dell'encefalo (fig. 5). E dicendo ciò, non voglio significare che tutto il prolungamento si sposti all'indietro: esso non fa che allungarsi ed è la sua base, la sua periferia che si sposta indietro seguendo lo sviluppo del cervello e del cranio. In altri termini si potrebbe dire che è il solco che si fa più profondo. Contemporaneamente il prolungamento ed il solco tendono a farsi sempre più orizzontali.

Il secondo prolungamento conserva le sue caratteristiche e solo viene a trovarsi più ravvicinato al primo.

Il dorsale si fa sempre più sottile, profondo e orizzontale; al di sotto di esso si sviluppa la lamina cerebellare ed esso si trova interposto fra questa e il margine posteriore e inferiore del cervello medio (fig. 4 e 5).

A questo punto cominciano ad apparire delle leggiere increspature sulla volta del cervello posteriore e del retro-cervello; esse si fanno sempre più manifeste, il connettivo soprastante vi partecipa, e a poco a poco, per lo sviluppo grande della lamina cerebellare, viene a formarsi una specie di solco ed entro a questo un prolungamento meningeo che chiamerò subito *prolungamento dei plessi coroidei posteriori.* In questo stadio (embrione di cavia 11 $^1/_2$ e meglio in uno di 14) la lamina cerebellare è situata al di sotto del cervello medio e ne viene di conseguenza (fig. 5) che la base del tentorio di Kölliker e il prolungamento meningeo sopra descritto, si trovano tanto ravvicinati, da sembrare come se fossero attaccati ad un largo peduncolo comune. In realtà, a questo stadio di sviluppo, il cervelletto non sporge alla superficie encefalica, specialmente nella linea mediana, mentre sporge moltissimo il cervello medio il quale con la sua estremità posteriore, ripeto, ricuopre addirittura la lamina cerebellare. Ne viene di conseguenza che un largo solco si forma in quel punto e dal connettivo che lo occupa sembrano dipartirsi ad un tempo il tentorio di Kölliker ed il prolungamento dei plessi coroidei posteriori.

Prima di entrare a trattare delle variazioni che si verificano d'ora in poi nella costituzione di questi prolungamenti, variazioni che non si possono disgiungere dal differenziamento

delle meningi esterne, dirò di alcune particolarità che in questo periodo di sviluppo sono apparse nella loro struttura, e ne parlo qui perchè servono a dimostrare la connessione stretta che fin da principio si stabilisce fra alcuni di questi prolungamenti.

Sin dagli stadi più giovani, (embrione di cavia di mm. 4 $^1/_2$) attira l'attenzione un grosso vaso che si trova ad occupare la base del 1° prolungamento trasverso. Esso segue la periferia di questo prolungamento fino alla base del cranio e fin da principio presenta delle connessioni degne di nota (fig. 1).

In corrispondenza della linea mediana, vengono a sboccare in esso una serie di vasellini che percorrono l' asse del sepimento trasverso, ed altri che decorrono sagittalmente lungo la periferia della falce primitiva. Nel seguito dello sviluppo questi vasi non fanno che diminuire di numero ed aumentare di volume, e tutto il sistema si sposta all'indietro seguendo la migrazione e l' allungamento del sepimento trasverso. Nessun vaso degno di nota si trova nel 2° prolungamento e nel 3°.

Gli emisferi seguitano a svilupparsi indietro spingendo e spostando davanti a sè il 1° sepimento fino a che si arriva ad un punto che tutto il cervello intermedio è ricoperto e gli emisferi si trovano in contatto col cervello medio (embrione di cavia mm. 24 $^1/_2$ fig. 8).

A questo stadio di sviluppo bisogna distinguere nel sepimento ventrale due porzioni; una inferiore più profonda la quale trovasi interposta tra la superficie inferiore e interna degli emisferi e il cervello intermedio, ed è la *tela coroidea;* l'altra più superficiale, più spessa, la quale sulla linea mediana si continua in avanti con la falce primitiva, e questa resta sempre per noi il 1° sepimento trasverso.

Questo, a forza di spostarsi all'indietro, è arrivato in contatto col cervello medio ed occupa quel profondo solco che in questo stadio di sviluppo si trova a dividere le due porzioni dell'encefalo. Questo solco, accentuato sulla linea mediana, lo è pure lateralmente, e qui il connettivo che lo occupa è, per così dire, resultante di quello del sepimento medio che lì si trovava e di quello del ventrale che è venuto a raggiungerlo unendosi ad esso (fig. 7 e 8).

Il nuovo sepimento è molto spesso e, pur non perdendo alcuna delle sue connessioni primitive, si trova ad avere una

direzione molto più orizzontale. Le sue porzioni laterali, come facevano già quelle del 2° sepimento ora assorbito, si continuano alla base col pilastro medio di Rathke che si trova adesso nella stessa sua linea, onde si ha una specie di cerchio connettivale il quale separa il cervello anteriore e intermedio dal medio.

Il sepimento dorsale in questi stadi si trova molto assottigliato e modificato.

Per intender bene le fasi per le quali passa la sua evoluzione, bisogna riportarsi allo sviluppo delle parti dell'encefalo che gli sono vicine.

Da principio, come abbiamo già visto (fig. 2), è diretto verticalmente in basso ed ha al davanti il cervello medio, e al di dietro il cervello posteriore. Ben presto però il solco va gradatamente aumentando di profondità per lo sviluppo del cervello medio e della lamina cerebellare, e nello stesso tempo diviene strettissimo e sempre più obliquo fino a prendere una direzione decisamente orizzontale (fig. 4 e 5).

Differenziamento delle meningi. — A questi stadi di sviluppo, cominciando a rendersi manifesto il differenziamento delle meningi, altre questioni si affacciano.

In questo lavoro non è mia intenzione esporne minutamente il processo di differenziamento, ma solo quel tanto che basti a spiegare la struttura che i sepimenti che ho studiato sino a qui, hanno nell'adulto. La prima a differenziarsi è la pia madre.

In un embrione di cavia di 14 mm. si vede lo strato dell'invoglio primitivo che è immediatamente a contatto con la parete cerebrale, rendersi manifesto per un grande sviluppo di vasi.

Si ha una fittissima rete vascolare che apparisce ovunque contemporaneamente, sia nella meninge parietale che in quella che è andata a costituire i prolungamenti. I vasi aumentano rapidamente in quantità e volume entrando anche nella sostanza cerebrale, e lo strato si rende sempre più appariscente.

Adesso soltanto si potrà parlare di raddoppiamento nei solchi, ma lo stadio di sviluppo è già molto avanzato, ed il meccanismo di formazione embrionale è stato tutt'altro perchè la meninge definitiva si è differenziata *in situ* dallo strato più periferico del tramezzo meningeo primitivo.

Questo strato ha differenti rapporti secondo che lo si considera nella meninge parietale o nei sepimenti. Nella porzione parietale, si trova separato dallo strato fibroso osteogeno già manifesto della capsula cranica, da uno strato di tessuto connettivo embrionale, lo spessore del quale è molto ridotto in corrispondenza della volta delle vescicole cerebrali, ed aumenta molto là dove si originano i setti, presentando in sezione l'aspetto di un cuneo.

Nei sepimenti poi, i due strati vascolari contigui sono separati da una piccola quantità di questo connettivo, che solo si raduna in maggior quantità là dove scorre un grosso vaso. I tronchi venosi dei quali ho parlato sopra, decorrono nello strato connettivale. La dura madre, comincia a differenziarsi sotto forma di un sottile strato nel quale gli elementi cellulari sono più serrati. Questo strato non si trova addossato allo strato osteogeno, ma fra i due rimane ancora una porzione di connettivo embrionale, come un'altra ne rimane fra esso e lo strato vascolare della pia madre.

Tutto ciò comincia ad apparire in un embrione di cavia di mm. 18 e si rende già manifesto in uno di 24 $^1/_2$ (fig. 7, 8 e 11).

Dei vasi, alcuni vengono compresi fra questo primo accenno della dura madre e lo strato osteogeno del cranio, altri restano al di fuori.

A questo punto si può distinguere la massa della meninge primitiva in due porzioni. Chiamerò *dura madre* primitiva quella che è costituita dallo strato più ispessito e da quel connettivo che è fra questo e lo strato osteogeno craniense; *lepto-meninge* primitiva quella che è fra lo strato ispessito e la superficie cerebrale (fig. 11).

A poco a poco quel connettivo che è fra lo strato osteogeno e la lamina limitante dell' abbozzo durale, si ispessisce anch'esso ed i vasi vengono inclusi in una formazione connettivale più densa la quale si continua senza limiti precisi con quella della capsula cranica. Una vera distinzione fra le due non avverrà che allorquando comincierà l'ossificazione. Lo strato ispessito apparso per il primo è la dura madre (strato limitante), il connettivo che è fra questa e il cranio è lo strato periostale di essa, le vene che vengono incluse nella sua formazione sono i *seni della dura madre.*

Dei vasi che si sono sviluppati nella primitiva capsula mesodermale dell'encefalo alcuni sono rimasti inclusi nell'abbozzo craniense, e restano come vasi dell'osso (vene diploiche ecc.), altri, nell'abbozzo durale e sono i seni della dura madre; altri infine sono rimasti al di fuori di questa e spettano alla pia madre.

Per ora nessuna traccia dell' aracnoide la quale è rappresentata solo da quello strato di connettivo mucoso che resta, conservando i suoi caratteri embrionali, fra l'abbozzo durale e l'abbozzo della pia.

In un embrione di cavia di 36 mm. si vede lo strato osteogeno del cranio, distinto per l'ossificazione già cominciata, subito dopo l'abbozzo durale del quale la parte più profonda si confonde con esso, mentre il primitivo abbozzo della dura madre, cioè quello stato più ispessito che è comparso per il primo in seno alla meninge primitiva, apparisce ora come limite della dura stessa. Dentro la formazione durale poi (fig. 9), si vedono quelle che prima non erano che vene scorrenti sulla superficie cerebrale, ora divenute *seni*.

La pia madre si manifesta sotto forma di uno stroma vasale con scarso connettivo interstiziale, e fra essa e la dura madre è ancora del connettivo embrionale senza però che l'aracnoide abbia cominciato a formarsi.

Secondo le mie osservazioni dunque, il processo di differenziamento delle meningi, non sarebbe quale si descrive comunemente. Lo strato di connettivo embrionale che involge l'encefalo primitivo non rappresenta l'abbozzo della pia madre, nè la dura madre si sviluppa dall'abbozzo craniense, nè la aracnoide è una emanazione della pia. Le tre meningi si differenziano tutte in seno alla massa mesodermale che resta tra l'abbozzo craniense e l'encefalo, e questa massa merita davvero il nome di *meninge primitiva*. E nemmeno può seguirsi l'idea che siano gli spazi linfatici quelli che embrionalmente separano le varie meningi fra di loro, perchè non si ha alcuna apparenza di connettivo lasso o reticolare se non quando la dura madre e la pia sono già bene formate.

Terzo periodo.

In un embrione di cavia di 50 mm. il *sepimento meningeo ventrale* è arrivato sulla volta del cervello medio, e le por-

zioni nelle quali lo abbiamo diviso, qui si fanno più manifeste.

La porzione più profonda occupa la fessura trasversa dando origine alla tela coroidea superiore ed ai plessi coroidei dei ventricoli laterali. Essa è costituita dalle due lamine della pia madre, separate da scarsissimo connettivo mucoso. La porzione più periferica invece, quella che corrisponde al solco che è ora fra il cervello medio e gli emisferi, si mostra più complessa.

Le due lamine di pia madre, seguitano a tappezzare respettivamente le parti corrispondenti dell' encefalo (fig. 9) e nello spazio che si viene a formare dal loro divaricarsi, abbondantissimo è il connettivo. La grossa vena che si trova in questo sin dai primi stadi di sviluppo, è stata involta nella formazione della dura madre e si trova avvolta da un tessuto più ispessito, più compatto, il quale si avanza a guisa di cuneo nel connettivo lasso che riempie lo spazio. Questo cuneo è però sempre nettamente limitato da quella lamina connettivale più densa che più sopra ho descritto come il primo abbozzo della dura madre (fig. 9). Nelle sezioni mediane, si vede una grossa vena la quale proviene dalle parti più profonde del sepimento, ne percorre l'asse mediano e viene a sboccare in quella trasversale, dopo averne raccolte altre che provengono dalla tela coroidea. Attorno ad essa il connettivo si ispessisce continuandosi in alto con quello nel quale è racchiusa la vena trasversale.

Un' altra grossa vena scorre sagittalmente sulla linea mediana in corrispondenza della grande circonferenza della falce ed essa pure involta nella formazione durale si getta anch'essa in quella trasversale.

Altre vene, infine, che scorrono nel margine inferiore della falce, vanno a far capo in quella che percorre nella linea mediana l'asse del sepimento trasverso.

Queste vene evidentemente sono i seni della dura madre e Salzer [1] nel suo lavoro sopra lo sviluppo delle vene del capo nella cavia, ha appunto dimostrato che in questo animale, a tale stadio di sviluppo, hanno questi rapporti con l'encefalo. La vena trasversale è il *seno trasverso* il quale riceve il seno longitudinale superiore dal margine superiore della falce, ed il seno retto dall'asse del sepimento trasverso.

[1] Salzer H. — Ueber *die Entwickelung der Hopfvenen des Meerschweinchens.* Morphologisches Jahrbuch. XXIII. Band 2 Heft.

Questo seno poi raccoglie il seno *longitudinale inferiore* il quale verrà costituito da quelle vene, ora sempre numerose che scorrono nella piccola circonferenza della falce, e le vene coroidee di Galeno dalla tela coroidea.

Tutto il sistema quindi di questi seni cerebrali, si trova a questo stadio più in avanti di quello che non sia nell' adulto ed in stadi inferiori lo era ancor più giacchè, ripeto, questi seni provengono da quelle vene allora piccole e numerose che negli embrioni più giovani occupavano gli stessi posti con le stesse connessioni.

Negli embrioni di cavia e di coniglio si vede una grossa vena la quale decorre sagittalmente nella linea mediana, sulla volta del cervello medio, ma questa è situata al di fuori della formazione durale e riceve numerosi vasi dalla sostanza cerebrale gettandosi poi anch' essa nel seno laterale. Essa non è un seno e Salzer l' ha pure figurata nel suo lavoro.

Il *sepimento dorsale* o tentorio di Kölliker, si trova ridotto allo strato piale ben distinto, le due lamine del quale sono separate da scarso connettivo ancora con i caratteri embrionali.

Man mano si formano i lobi e le scissure cerebellari e dentro di esse si immettono dei prolungamenti secondari della lamina vascolare respettiva. Il velo midollare si fa ben manifesto staccandosi dalla lamina cerebellare e dal cervello medio e su di esso pure si distende porzione di questo prolungamento. A questo stadio, il prolungamento posteriore è un vero e proprio diverticolo della pia madre il quale riveste la superficie del cervello medio (eminenze quadrigemelle) il velo midollare anteriore ed il cervelletto entrando nelle scissure che nella superficie di questo si sono formate.

Nel punto ove i due foglietti si divaricano per continuarsi sulle respettive superfici encefaliche non si trova alcun vaso importante. La dura madre non vi prende alcun rapporto e vi passa sopra con limiti nettissimi senza presentare alcun vaso.

Inoltre, per lo sviluppo del cervelletto, il velo midollare posteriore che prima si trovava sulla stessa linea, si è infossato in modo che è venuto a situarsi sotto la lamina cerebellare, e il prolungamento dei plessi coroidei, seguendo questo lento e graduale movimento, si è infossato anch'esso.

I plessi coroidei si trovano adesso perciò al di sotto del

cervelletto e del velo midollare posteriore ed il connettivo loro si continua per una stretta apertura con quello che abbondante si trova sulla superficie del cervelletto e del midollo allungato.

I pilastri della base vanno anch'essi man mano riducendosi.

In un embrione di cavia lungo 24 mm. (fig. 8) il pilastro anteriore è molto sottile e non è ridotto per la massima parte che ai due strati contigui della pia madre separati da scarsissimo connettivo lasso il quale solo si raduna in maggior quantità nella linea sagittale mediana, attorno all'arteria basilare e all'apice del pilastro attorno alle diramazioni di questa. Nelle porzioni laterali il pilastro si trova molto assottigliato e finalmente si confonde e passa nella pia madre della superficie laterale dell'encefalo. Esso ha il massimo di altezza nella linea mediana, mentre lateralmente va sempre degradando.

La sua base però è sempre ben formata e costituita da un ammasso cuneiforme di connettivo il quale si solleva al di sopra dello strato cartilagineo ben distinto. Nelle sezioni mediane e sagittali esso ha l'aspetto di un cuneo che si solleva all'indietro dell'abbozzo dell'ipofisi e si prolunga in parte al di sopra di questa (fig. 7 e 8).

La dura madre ben distinta lo limita nettamente spingendosi anch'essa a guisa di cuneo e per poco tratto nel pilastro; ma prolungandosi a guisa di lamina al davanti sopra la fossa ipofisaria (fig. 7 e 8).

Il connettivo è pur sempre abbondante nel tratto di base del cranio che intercede fra il pilastro anteriore e il pilastro posteriore ed anche qui la dura madre lo limita nettamente. Al di sopra di questa è nella linea mediana l'arteria basilare avvolta da un po' di connettivo lasso e quindi la pia madre.

Il pilastro posteriore a questo stadio è ancora ben distinto ed ha in sezione la forma di cuneo. La dura madre, differenziatasi in seno ad esso non vi si avanza ma segue il contorno dello strato osteogeno. In esso decorrono le arterie vertebrali.

Proseguendo lo sviluppo, la porzione di questi pilastri che è al di sopra dello strato limitante della dura madre atrofizza ancora, mentre lo strato compreso fra quello e la cartilagine si organizza a tessuto fibroso costituendo lo strato più profondo della dura madre.

L'ultima fase della evoluzione dei prolungamenti meningei

è caratterizzata dalla apparizione della aracnoide e dall'entrata della dura madre nella composizione di alcuni di essi.

Quel tessuto connettivo il quale ha conservato press' a poco i caratteri embrionali e si trova fra lo strato limitante della dura madre e la membrana vascolare, si dirada sempre più e si organizza sotto forma di sottili trabecole connettivali che formano una specie di spugna. Il tessuto stesso non è disposto uniformemente: è scarso sulla volta delle vescicole cerebrali, aumenta in corrispondenza della base ed alla superficie dorsale del cervelletto e del midollo allungato. Questi fatti non si cominciano ad osservare che in un embrione di cavia di 58 mm. (fig. 10).

L'ingresso della dura madre, si fa nella falce primitiva e nel prolungamento trasverso ventrale.

Nella falce primitiva, l'abbozzo durale, dopo aver contornato e compreso entro di sè il seno longitudinale superiore, formando in sezione frontale una specie di cuneo, si prolunga ancora entro il tessuto della falce primitiva fra le due lamine contigue della pia madre, approfondandosi sempre più a guisa di lamina mediana, fino a che viene a comprendere entro di sè ancora quelle vene che scorrevano nella porzione più profonda della falce primitiva e che divengono così il seno longitudinale inferiore.

Questa penetrazione si fa evidentemente per graduale ispessimento ed organizzazione fibrosa del connettivo lasso preesistente coadiuvata da attiva proliferazione degli elementi già formati. Avviene quindi in maniera centripeta. In generale possiamo dire che questa organizzazione a tessuto connettivo fibroso comincia e si fa specialmente attorno ai vasi che divengono seni, comincia però solo a stadi di sviluppo assai inoltrati.

Quanto al tentorio del cervelletto è certo che va considerato come tale solo quello formato dalla dura madre.

Abbiamo già visto che il *tentorio primitivo* degli autori non può affatto essere considerato come tale perchè la dura madre non vi entra affatto ed esso, come lo dimostrano le figure 7, 8, 9, 10 della tavola dà solamente origine alla pia madre che riveste la superficie inferiore e anteriore del cervelletto, il velo midollare anteriore e le eminenze quadrigemelle e solo si continua attraverso la fessura trasversa con quella della tela coroidea per l'abbassamento del cervello medio.

Se si tiene conto del seno trasverso il quale è apparso fin dagli stadi di sviluppo più giovani nel sepimento trasverso anteriore, è certo che deve considerarsi questo sepimento come l'abbozzo del tentorio del cervelletto.

Non tutto però il sepimento organizzandosi sotto forma di tessuto fibroso darà origine al tentorio. Infatti abbiamo visto che lo strato zonale di esso si trasforma in pia madre e che la porzione più profonda del sepimento stesso, rimanendo nel seguito dello sviluppo fra gli emisferi ed il cervello intermedio, dà origine alla tela coroidea superiore.

È la porzione sua più periferica, quella cioè che fin da principio accoglie il seno laterale, che va considerata come l'abbozzo del tentorio.

In un embrione di cavia lungo 24 mm. (fig. 8) il cervello intermedio, soverchiato dagli emisferi si trova nelle parti profonde dell'encefalo e la porzione più profonda del sepimento trasverso anteriore per effetto del differenziamento delle meningi ha dato origine a due foglietti di membrana vascolare dei quali il superiore riveste la faccia inferiore degli emisferi, e l'inferiore ricopre il tetto del cervello intermedio.

Nella porzione più superficiale del solco però (fig. 11) i due foglietti che prima erano addossati, si divaricano per continuarsi nella pia madre, l'uno della superficie superiore ed esterna degli emisferi, l'altro del cervello medio. Lo spazio è occupato da molto connettivo risultante dall'unione per così dire di quello del sepimento anteriore e di quello del sepimento medio e in mezzo a questo sporge a guisa di cuneo la dura madre avvolgendo il seno laterale.

Le cose permangono immutate per molto tempo, fino a che cioè gli emisferi sono giunti al di sopra del cervello medio. Solo il connettivo si ispessisce un po' lungo il seno retto.

Allora (fig. 9) al di dietro del seno trasverso comincia a notarsi un ispessimento connettivale il quale si diparte dalla dura madre e guadagna sempre terreno verso le parti profonde del sepimento, ma questo fatto, appena accennato a questo stadio, si pronunzia solo allorchè il cervello medio è stato a sua volta ricoperto dagli emisferi (embrione di cavia mm. 58 fig. 10). Si può dire che il vero tentorio si produce solo allorchè le varie parti dell'encefalo hanno preso la loro situazione definitiva.

Esso apparisce allora come un setto fibroso che si approfonda nel solco che è fra gli emisferi e il cervelletto in relazione con la dura madre che ha involto il seno laterale. Questa formazione avviene su tutto l'ambito del prolungamento meningeo, i rapporti del quale alla base del cranio ci spiegano la conformazione della porzione corrispondente del tentorio.

Il pilastro medio, sparito del tutto, e rimasto solo come la pia madre della regione, ha dato origine con la sua base ad una lamina della dura madre la quale ricuopre la fossa pituitaria e costituisce quindi il diaframma della sella. La porzione più bassa della base stessa accoglie la cartilagine che formerà le parti ossee corrispondenti alla faccia superiore del corpo dello sfenoide e cioè la doccia ottica coi processi clinoidei anteriori, la fossa ipofisaria e il dorso della sella coi processi clinoidei posteriori.

Ora, fin dal suo apparire, il sepimento trasverso ventrale veniva a finire con le sue estremità inferiori alla porzione anteriore della base del pilastro di Rathke, e questa connessione primitiva resta a sviluppo completo come la porzione del tentorio che si attacca ai processi clinoidei anteriori. La porzione poi che si attacca ai posteriori continuandosi con la dura madre della regione, deve ricercarsi in quel rapporto che nel suo sviluppo e nella sua migrazione, il sepimento trasverso ventrale ha preso col pilastro anteriore della base del cranio allorchè, sostituitosi al prolungamento medio della volta, è venuto a continuarsi con le espansioni laterali di quello.

Quanto al pilastro posteriore della base, la porzione sua più vicina allo scheletro si trasforma nella dura madre della regione avvolgendo quelle vene che sin da principio si trovavano in quel luogo e che diventano così il seno occipitale trasverso. Il resto atrofizza quasi completamente e dà origine alle meningi molli della regione corrispondente dell'encefalo ed a quel po' di connettivo che si trova attorno ai vasi vertebrali e basilari.

Conclusioni

Secondo le mie ricerche posso quindi stabilire i dati seguenti:

La capsula mesodermale che avvolge l'encefalo primitivo, dapprima uniforme e senza traccia di differenziazione istolo-

gica, si divide poi in due porzioni: una esterna più compatta che è l'abbozzo craniense, e una interna la quale conserva più lungamente i caratteri del connettivo embrionale. Questa è l'abbozzo comune delle meningi, e non, come da molti si dice, della sola pia madre.

La prima a differenziarsi è la *pia madre* la quale si manifesta in tutto l'ambito della meninge primitiva contemporaneamente. La *dura madre* apparisce in seguito come uno straterello più ispessito che divide in due porzioni quello che resta della meninge primitiva. Propongo di chiamare *dura meninge primitiva* la porzione compresa fra quello strato e la lamina osteogena craniense; *lepto-meninge primitiva* quella che è fra quello e la superficie cerebrale.

Lo strato più ispessito descritto, costituisce la dura madre vera e propria, quel connettivo che è fra essa e lo strato osteogeno, lo *strato periostale.*

Lo strato connettivale dell'invoglio primitivo presenta sin da principio numerosi vasi. Di questi alcuni vengono compresi nella formazione cranica, altri nella formazione durale e divengono i seni della dura madre, altri restano al di fuori di questa e spettano alla lepto-meninge.

I prolungamenti meningei primitivi, non sono ripiegature, ma sono sepimenti solidi che entrano nelle fessure che si formano alla superficie cerebrale in virtù della loro consistenza gelatinosa e del proprio continuo accrescimento. Essi, nel seguito dello sviluppo, non cambiano di rapporti, ma solo di forma e di costituzione. I prolungamenti sono due dalla base e quattro dalla volta. Quelli della base sono: il *pilastro anteriore* il quale per la sua porzione più alta dà origine alle meningi molli della regione, colla base al *dorso della sella turcica,* al *diaframma della sella* ed alle meningi molli respettive; il *pilastro posteriore* il quale dà origine alle meningi della regione, col seno occipitale trasverso, ed al connettivo che è attorno ai vasi vertebrali e basilari.

I prolungamenti della volta invece sono 5: il primo sagittale, gli altri trasversali. I primi a comparire sono il 1° il 2° e il 4°, poi il 3° e infine il 5°.

Il 1° è la *falce primitiva* e dà origine alla pia madre della superficie interna degli emisferi, all'aracnoide della scissura lon-

gitudinale, ed alla gran falce del cervello coi seni longitudinale superiore e longitudinale inferiore.

Il 2° che chiamo *sepimento trasverso ventrale* sta da principio fra gli emisferi ed il cervello intermedio, circonda tutto il solco che vi si forma, e con le sue estremità termina alla base del pilastro di Rathke, là dove si svilupperanno in seguito le apofisi clinoidee anteriori e le parti ossee vicine. Col distendersi in dietro degli emisferi e l'allungarsi consecutivo del solco, anche il prolungamento meningeo si allunga e la sua grande periferia si sposta in dietro, mentre esso si fa sempre più trasversale e orizzontale.

Esso presenta fin da principio dei vasi che, avvolti nella formazione durale, diventano i seni della dura madre cioè il *seno trasverso* e il *seno retto*, i quali si spostano indietro insieme al sepimento, mantenendo però immutate le connessioni che sin da principio avevano contratto con quelli che sono poi divenuti il *seno longitudinale* superiore, il *seno longitudinale inferiore* e la *vena di* Galeno. Questo prolungamento deve essere diviso in due porzioni. La più profonda è la *tela coroidea superiore*, mentre la più superficiale deve essere considerata come l'abbozzo del *tentorio del cervelletto* e ciò unicamente per le connessioni vascolari perchè la dura madre non vi entra che molto tardi.

Il 3° sepimento che io chiamo *sepimento trasverso medio* da principio non apparisce sulla linea mediana perchè non vi è alcun solco. Sta fra cervello intermedio e cervello medio e circonda a guisa di semiluna le due porzioni encefaliche: le sue porzioni laterali si confondono con le parti laterali del *pilastro anteriore* o *di* Rathke, e vengono quindi a far capo verso la parte media della base del pilastro stesso, là dove si svilupperà in seguito il *dorso della sella* coi *processi clinoidei posteriori*. Esso viene raggiunto ed assorbito dal 2° nello spostamento di questo verso l'indietro.

Il 4° sepimento corrisponde al *tentorio primitivo* degli autori. Io lo chiamo *sepimento trasverso dorsale*. Esso è situato fra cervello medio e cervello posteriore e da principio prende un grande sviluppo; più tardi però si assottiglia, atrofizza e cambia direzione fino a prenderne una del tutto contraria alla prima. Non dà origine che alle meningi molli che rivestono la superficie anteriore e inferiore del cervelletto, e il velo mi-

dollare anteriore, continuandosi, attraverso la fessura trasversa con quella delle eminenze quadrigemelle. Esso quindi non può essere ritenuto come l'abbozzo del tentorio.

Il 5° sepimento è *l'abbozzo dei plessi coroidei posteriori*, apparisce piuttosto tardi e viene a trovarsi, in seguito allo sviluppo grande del cervelletto, al disotto di questo.

La dura madre entra nella costituzione della falce e del tentorio per organizzazione fibrosa del connettivo embrionale preesistente: questo processo si inizia e si esplica specialmente attorno ai vasi.

Per abbozzo del tentorio deve esser considerato il prolungamento trasverso ventrale cioè quello che fin dal principio entra fra gli emisferi e il cervello intermedio. Il primitivo rapporto di questo sepimento colla porzione ventrale della base del pilastro di Rathke, dà luogo a quella parte del tentorio che termina alle apofisi clinoidi anteriori e alle parti ossee circostanti. L'origine della porzione che va ai processi clinoidei posteriori deve ricercarsi in quel rapporto che il sepimento ha preso con le parti laterali del pilastro anteriore o di Rathke allorchè si è unito al sepimento medio della volta del cranio.

Terminato così questo lavoro, sento il dovere di ringraziare il Prof. Ferd. Hochstetter il quale per più di un mese mi accolse nel suo Istituto Anatomico di Innsbruck, e mi fu largo di cortesie.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA V.

P A. — Pilastro anteriore (Kölliker) della base del cranio o pilastro medio di Rathke.

P P. — Pilastro posteriore (Kölliker) della base del cranio.

S V. — Sepimento ventrale della volta del cranio.

S M. — Sepimento medio della volta del cranio.

S D. — Sepimento dorsale della volta del cranio.

S P C. — Sepimento dei plessi coroidei del 4° ventricolo.

D I. — Diaframma della ipofisi.

S L. — Seno trasverso.

S L S. — Seno longitudinale superiore.

S R. — Seno retto.

A B. — Arteria basilare.

D M. — Dura madre.

P M. — Pia madre.

A. — Aracnoide.

E. — Emisferi.

C. — Cervelletto.

L C. — Lamina cerebellare.

C M. — Cervello medio.

V M A. — Velo midollare anteriore.

C Q. — Corpi quadrigemelli.

C R. — Cranio.

D M N. — Dura meninge primitiva.

L M N. — Lepto-meninge primitiva.

Le figure 1, 2, 3, sono disegnate al microscopio Verick (ob. 0, oc. 1, tubo abbassato). Le figure 4-10 sono disegnate allo stesso microscopio e con lo stesso ingrandimento, ma un po' rimpiccolite.

La figura 11, è disegnata al microscopio Verick (ob. 2, oc. 1, tubo abbassato).

Le sezioni riprodotte con le figure 1-10, eccettuata la 6ª, non sono perfettamente mediane, ma un po' laterali, ed ho scelte queste perchè nelle mediane il taglio cade nella scissura longitudinale, e non si vede perciò il margine dorsale degli emisferi il quale limita in avanti il sepimento trasverso ventrale.

Fig. 1. — Sezione sagittale della testa di un embrione di cavia con lunghezza massima di mm. 4 ½. Si vedono: il pilastro anteriore della base con l'arteria basilare ed i sepimenti ventrale e dorsale della volta; il primo col seno trasverso.

" 2. — Sezione sagittale della testa di un embrione di cavia di mm. 8. Apparisce il pilastro posteriore della base e nel sepimento ventrale della volta si vedono i vasi che costituiranno il seno retto e la vena di Galeno.

" 3. — Ricostruzione di metà della cavità cranica di un embrione di cavia di mm. 8 eseguita sulla stessa serie alla quale appartiene la sezione riprodotta alla fig. 2. Si vedono i rapporti dei sepimenti della volta col pilastro anteriore della base.

" 4. — Sezione sagittale della testa di un embrione di cavia lungo mm. 11, 5. Nel sepimento ventrale della volta, si vedono già bene stabilite le connessioni fra i vasi che diverranno il seno longitudinale superiore, il seno trasverso e il seno retto. Nella base, si vede la meninge primitiva ripiegarsi al di sopra dell'ipofisi. Dietro il sepimento dorsale appariscono le increspature che daranno origine ai plessi coroidei del 4° ventricolo.

" 5. — Sezione sagittale della testa di un embrione di cavia di mm. 14. L'abbozzo dei plessi coroidei del 4° ventricolo è già bene sviluppato e si trova ravvicinato al sepimento dorsale della volta. Nel sepimento ventrale si vedono evidenti le connessioni vascolari. Apparisce differenziata la pia madre.

" 6. — Sezione sagittale molto laterale della testa di un embrione di cavia di mm. 14. La sezione appartiene alla stessa serie di quella riprodotta alla fig. 5. Si vede il sepimento medio della volta il quale si trova già ravvicinato a quello ventrale ed

appariscono i rapporti di esso col sepimento dorsale della volta e col pilastro anteriore della base.

Fig. 7. — Sezione sagittale della testa di un embrione di cavia di mm. 18. L'abbozzo dei plessi coroidei del 4° ventricolo è molto evidente, e il sepimento dorsale della volta si distende sul velo midollare anteriore. In tutta la meninge primitiva, ma più evidente in corrispondenza del sepimento ventrale e nella base, apparisce quello strato più ispessito chè è il primo abbozzo della dura madre.

" 8. — Sezione sagittale della testa di un embrione di cavia di mm. 24,5. Il sepimento dorsale della volta e quello dei plessi coroidei del 4° ventricolo sono separati dallo sviluppo del cervelletto. Il primo abbozzo della dura madre viene riunito a quello del cranio per l'ispessimento del connettivo embrionale che negli stadi precedenti li separava. Il pilastro anteriore della base è molto ridotto.

" 9. — Sezione sagittale della testa di un embrione di cavia di mm. 36,5. Il sepimento dorsale della volta entra nelle scissure cerebellari. La dura madre si prolunga nel sepimento ventrale intorno al seno retto, costituendo l'abbozzo del tentorio del cervelletto. È evidente l'abbozzo del diaframma dell'ipofisi.

" 10. — Sezione sagittale della testa di un embrione di cavia di mm. 58. L'abbozzo del tentorio è bene sviluppato e il sepimento dorsale della volta è ridotto alla sola pia madre. I pilastri della base sono quasi del tutto spariti. Si comincia a formare l'aracnoide.

" 11. — Sezione sagittale, un po' laterale alla linea mediana della regione del seno trasverso da un embrione di cavia lungo mm 20. Si vede il primo abbozzo della dura madre contornare il seno trasverso e dividere la meninge primitiva in lepto-meninge e dura-meninge. La pia madre è già differenziata. L' abbozzo del cranio è molto evidente.

Dott. **LUIGI FACCIOLÀ**

SUI MICROCOCCHI DELLA MALARIA

CON UNA TAVOLA

Nella mia prima memoria su questo argomento (*Ricerche su l'etiologia dell'infezione palustre.* Atti R. Acc. Pelor. an. VII, 1892) feci conoscere l'esistenza di micrococchi nel sangue dei malarici e li chiamai *micrococchi della malaria* perchè mancano nel sangue dei soggetti sani ed hanno proprietà diverse di quelli che s'incontrano in talune altre affezioni. Dissi che vivono a preferenza nel plasma, meno di frequente nei globuli rossi, che sono nudi, molto rifrangenti e difficilmente colorabili e che dopo l'amministrazione del chinino si trovano circondati di un involucro gelatinoso sotto forma di cisti sferica, ovale, a otto in cifra, secondo che sono monococchi, diplococchi, due cocchi disgiunti, e in pezzetti della stessa sostanza a contorni irregolari quando sono più individui riuniti in famiglia. Questo rivestimento io considerava come un mezzo di protezione dei parassiti in presenza di quell'agente venefico nel sangue. Notai che negli stessi preparati si vedevano pure questi prodotti di secrezione privi dei cocchi.

Se non che da studii ulteriori appresi che nel sangue vi è bensì un certo numero di micrococchi nudi, ma la maggior parte si trovano incapsulati anche nel corso naturale della malattia. È vero nondimeno che molti di quelli che sono nudi s'incistano dietro l'uso dello specifico.

In altra nota (*Sui micrococchi esistenti nel sangue dei malarici*, Morgagni, an. XXXV, marzo 1893) descrissi le forme e gli stati diversi delle capsule di questi cocchi e accennai alle modifica-

zioni fisiologiche e patologiche che questi subiscono in seguito all'uso dell'antidoto.

Il reperto dei parassiti di cui parlo è così significativo che non ostante la deficienza delle prove di cultura e d' inoculazione per me devono ritenersi specifici. D'altro verso sono convinto che i pretesi plasmodii o amebe della malaria sono alterazioni degenerative dei globuli rossi.

La presente nota è una riproduzione della precedente con l'aggiunta di alcune figure dei cocchi e dei loro prodotti di secrezione rilevate da preparati del sangue preso dal dito, essiccati su la fiamma e colorati con procedimenti diversi che in parte descrissi nella prima memoria, ma di questo punto mi occuperò altra volta con più estensione.

Le forme incistate più comuni sono le *capsule semplici* sferiche, le quali hanno un diametro di $0^{mm},0028$, ma se ne trovano più grandi ed anche molto più piccole, non sempre in rapporto con la grandezza del cocco che contengono. Dalla sua divisione hanno origine altre forme di cisti. Quando i due nuovi individui stanno ancora uniti a otto in cifra la cisti è di forma ovale. Quando sono disgiunti questa in direzione dell'intervallo che li separa ha un leggiero stringimento che si fa più profondo a misura che si allontanano finchè si hanno due capsule rotonde unite. Alle volte si trovano aggregati di tre o più capsule disposte una dopo l'altra a rosario o irregolarmente.

Molto meno frequenti, ma costanti, sono le *capsule composte*, le quali derivano da ingrossamento e complicazione delle semplici. Ordinariamente il loro diametro è di $0^{mm},0042$, cioè tre quinti di un globulo rosso di comune grandezza, ma ve ne sono più grosse. Quando sono mature fanno vedere tre cerchietti concentrici oltre a quello che appartiene al cocco che sta nel centro. Di essi l' esterno e il medio sono dell'invoglio esterno, tra i due invogli vi è uno spazio circolare lucido che li separa, ma l'invoglio interno si trova sempre in contatto col cocco e mai se ne distacca. I due invogli, lo spazio intermedio e il cocco hanno proporzioni variabili. Queste doppie capsule quando non sono bene indurite mancano dello spazio lucido notato e allora presentano varie disposizioni secondo il grado d'immaturità. Da principio mostrano due soli contorni, ora molto ravvicinati, ora l' interno in prossimità del cocco, il che significa che talvolta è

l'invoglio esterno, talvolta è l'interno che si delimita il primo. Vengono poi quelle con tre contorni di cui il medio e l'interno si trovano nei due punti ora indicati. In questo stato vi sono tre strati di sostanza, il medio dei quali è notevolmente più grosso degli altri due. In seguito lo strato esterno e l'interno aumentano di spessore a spese dello strato medio, il quale si riduce sempre più e scomparisce. Infine le due capsule che ne risultano si distaccano l'una dall'altra per indurimento e retrazione della sostanza rimanendo concentriche.

Ma non sempre si arresta qui la complicazione delle capsule semplici. Fra il cocco e il limite della capsula interna si osserva alle volte un altro cerchietto meno spiccato per suddivisione della stessa in due secondarie. Altre volte è fra i due contorni della capsula esterna che apparisce un'altra linea oppure i due casi si trovano insieme in una capsula composta e allora si contano sei contorni circolari concentrici risultanti da quattro involucri e dal cocco. Qualche volta i due strati dell'involucro esterno si separano l'uno dall'altro e si hanno perciò due spazï lucidi.

Anche le coppie di cisti semplici, le ovali e quelle conformate a bozzolo sono suscettibili di raddoppiamento, ma in questo caso i due involucri restano sempre congiunti.

Queste varie capsule composte rappresentando un accrescimento delle semplici si deve ritenere che si formano nel sangue.

Interessa molto conoscere che le capsule semplici sebbene seguano il cocco nel suo processo di scissione e allontanamento dei due elementi che ne derivano, di modo che dalla forma sferica passano alla ovale e poi a quella di bozzolo e per ultimo di otto in cifra, pure non si dividono con esso, anzi ne vengono abbandonate. Nelle capsule composte non succedono ulteriori cambiamenti di forma perchè il cocco contenutovi non si riproduce.

Fin qui i cocchi incistati sono in numero di uno o due. Alle volte però si dispongono in serie lineare, sia in contatto sia divisi fra essi e formano delle *catenelle* di tre, quattro, cinque, dieci o più elementi avvolti da una guaina comune, la quale nelle più brevi può essere raddoppiata da un'altra guaina più resistente.

Gl'involucri gelatinosi suddescritti hanno forma regolare

poichè contengono uno o due cocchi o più cocchi disposti secondo una sola direzione. Ma esiste nel sangue un'altra forma di associazione ed è quella di *zooglea*, vale a dire di famiglie d'individui in pezzetti di sostanza a contorni irregolari, lobulati e precisi. Le famiglie più piccole sono costituite di tre elementi, le più grandi di una quindicina od anche più. La loro configurazione è variabilissima e per solito in lunghezza non eccedono un globulo rosso, ma ve ne ha molto più grandi. Sono assai meno frequenti delle capsule semplici e a differenza di queste non si circondano mai di un involucro esterno resistente.

Un'altra parte molto notabile del reperto è rappresentata da tutte le forme suddescritte, ma vuote cioè prive dei parassiti che le hanno prodotte. Le cisti sferiche semplici in tale stato hanno aspetto di anelli con doppio contorno e uno spazio centrale chiaro, il quale era occupato dal corpicello. Analogamente le ovali e quelle conformate a bozzolo. Le coppie di cisti semplici mostrano due cavità separate da un tramezzo trasversale, le serie di tre cisti hanno due tramezzi e così di seguito. I pezzetti di sostanza che formavano il sostrato delle zooglee si presentano loculati od omogenei secondo che persistono o sono svanite le cavità in cui si allogavano i micrococchi. Queste capsule e pezzetti irregolari di sostanza trovandosi senza appoggio pel moto del sangue a poco a poco si disgregano e se ne vedono i frammenti ora sparsi ora adunati. Le capsule composte per lo più si trovano col proprio cocco, quelle che ne mancano si conservano più a lungo delle capsule semplici vuote essendone più resistenti.

La presenza di questi prodotti di secrezione nel sangue vuoti dei rispettivi cocchi ha molta importanza per la sua significazione clinica. In effetti l'insorgere dell'accesso febbrile corrisponde all'uscita dei cocchi dalle proprie cisti per moltiplicarsi dentro cisti di nuova formazione in cui restano inattivi per tutto il tempo dell'intervallo apirettico.

Insieme alle forme incistate di cui si è detto si trova nel plasma un numero relativamente scarso di monococchi e diplococchi nudi.

Altri, molto rari, vivono nei globuli rossi e vi determinano speciali alterazioni che cominciano col gonfiamento irritativo della cellula a cui seguita lo stato torbido prodotto da preci-

pitazione di fini granelli emoglobinici, che poi si convertono in granelli di pigmento nero. In questo processo di metamorfosi la cellula si atrofizza e si riduce a una scaglia ialina. Nei globuli bianchi mai si contengono i micrococchi, frequente è invece la loro presenza nelle cellule linfatiche della polpa splenica e nelle cellule glandolari del fegato nei casi di febbre perniciosa.

Il reperto cui ho appena accennato è comune ai diversi tipi della febbre, alla quotidiana, alla terzana, alla quartana, a quella a ritorno irregolare e alla perniciosa, da che si scorge che il vario ordine di successione degli accessi febbrili non dipende da varietà di parassiti nè da stati morfologi diversi dello stesso parassita, ma da varie relazioni coi soggetti attaccati, le quali ci sono ignote.

Ma ciò che più sorprende è l'identità del reperto nell' accesso della febbre e nell' intervallo apirettico. La differenza nello stato dei parassiti dev' essere dunque essenzialmente vitale nei due momenti della malattia, in altri termini nell'accesso sono attivi, producono un veleno che è causa della febbre e si moltiplicano, nell'apiressia queste funzioni cessano.

Merita speciale menzione il reperto del sangue nella cachessia palustre apiretica dal suo inizio o che si stabilisce in seguito a febbri sovente reiterate ma cessate da poco tempo. Le forme che predominano sono le capsule semplici col parassita, isolate o unite a due o più, le quali spesso sono guastate e menomate, il che denota che sono di vecchia formazione. Si trovano catenelle, i cocchi nudi sono rari e le zooglee mancano o sono scarsissime e piccole. Ma la nota più caratteristica è la frequenza maggiore delle capsule composte, le quali sono sempre rare nell'infezione acuta recente, ed è rimarchevole che fra quelle della notata grandezza se ne incontrano spesso molto minori il cui diametro è di $0^{mm},0028$ o all' intorno. Da questo reperto si comprende che le condizioni del sangue non devono essere favorevoli allo sviluppo dei parassiti, tanto è vero che molti si chiudono in involucri resistenti.

Delle modificazioni che si osservano nello stato dei parassiti qualche giorno dopo l'amministrazione di una dose febbrifuga di chinino alcune sono patologiche e vanno dal semplice gonfiamento alla distruzione del corpicello. I monococchi nelle

capsule semplici aumentando di volume perdono sovente la forma sferica e divengono ovali e irregolari. A questi cambiamenti generalmente non corrispondono quelli della capsula. Quando sono molto dilatati hanno l'apparenza di macchie tenui, poco splendenti o leggermente opache, omogenee o vacuolizzate, le quali infine si confondono con la sostanza delle capsule. Nei diplococchi lo stringimento si fa meno marcato e può scomparire del tutto in modo che somigliano a corti bastonetti. I cocchi disposti a catenelle si fondono insieme e assumono la forma di bacillo come asse nella guaina gelatinosa oppure fanno vedere ancora qualche sinuosità. Nelle zooglee si osservano una o più massicelle di sostanza, di varia grandezza, di forma irregolare, d'uno splendore alquanto velato, le quali risultano dall'ingrandimento e compenetrazione reciproca degli elementi normali. Progredendo le alterazioni fisiche e chimiche del protoplasma queste massicelle perdono affatto lo splendore e come nelle cisti semplici si presentano allora sotto forma di macchie che si dilatano sempre più finchè la sostanza gelatinosa involgente sia ridotta ad uno strato sottilissimo periferico riconoscibile alla debole e quasi niuna colorazione con le sostanze di anilina.

Tutto ciò dimostra chiaramente che la chinina ha un'azione deleteria e dissolutiva sui cocchi malarici. Essa è microbicida e perciò antifebbrile.

Non pertanto un numero considerevole d'individui resistono a quest'azione o meglio quando cominciano a sperimentarla si provvedono di un involucro più resistente. Così dopo l'uso del chinino il reperto è contrassegnato dalla presenza di numerose capsule composte e in ciò somiglia a quello che si ha nella cachessia. Ma nel caso in discorso i mezzi protettivi di cui dispongono quei piccoli organismi acquistano sovente uno sviluppo maggiore. Difatti il diametro delle dette capsule può giungere a $0^{mm},0070$ uguagliando quello di un globulo rosso. L'invoglio esterno può essere aumentato fino a $0^{mm},0014$ di spessezza e anche più. Gl'individui che vi si racchiudono sono i *germi della recidiva* che non di rado si osserva dopo la guarigione apparentemente definitiva della malattia. Ma ripetendo le dosi del veleno pochi ne rimangono salvi. Gli altri subiscono quelle stesse alterazioni che abbiamo viste nei cocchi delle capsule

semplici. Però è da notarsi il fatto che il cocco ingrossando tende a compenetrarsi con la capsula interna per formare una massa più o meno omogenea arrotondata o irregolare, il cui esito finale è la dissoluzione completa e il passaggio in tutto o in parte attraverso la capsula esterna nel plasma. Questa in seguito per rammollimento si assottiglia e si deforma.

Anche nel corso naturale della malattia insieme agli individui che conservano l'integrità materiale se ne scopre un certo numero che offrono alterazioni analoghe a quelle determinate dal chinino, dalle quali non si possono differenziare. Soltanto sono meno frequenti. Parimenti si formano capsule composte, ma più scarse che non dopo l'uso del chinino. Bisogna ammettere perciò che nell'organismo attaccato i parassiti trovano un agente contrario alla loro esistenza e questo agente nell' infezione acuta è probabilmente il calore elevato della febbre.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III.

(Microscopio Koristka. Oc. 4, ap. Obb. $^{1''}/_{12}$ imm. omog. = diam. 1010).

Fig. 1. Monococchi circondati di capsule gelatinose sferiche di varia grandezza.

„ 2. Tre capsule semplici unite in serie, col rispettivo cocco.

„ 3. Grande capsula semplice che involge un cocco.

„ 4. Altra più grande, del diametro di $0^{mm.}$,0056, col cocco più piccolo del precedente.

„ 5. Diplococco con capsula semplice ovale.

„ 6. Altro diplococco e sua capsula, più grandi.

„ 7. Diplococco con capsula ovale appena ristretta nel mezzo.

„ 8-9. I due cocchi distaccati con la capsula leggermente ristretta in corrispondenza del loro intervallo.

„ 10. Diplocisti ovvero due capsule semplici a otto in cifra, separate da un tramezzo, vuote dei cocchi.

„ 11. Due capsule a otto in cifra coi due cocchi più distanti.

„ 12. Grossa capsula un poco ristretta in corrispondenza dello spazio tra i due grossi cocchi.

„ 13. Coppia di capsule, di cui una più piccola, coi due cocchi di corrispondente grandezza.

„ 14. Altra coppia di capsule di cui la minore ha il cocco dilatato.

„ 15. Grande capsula semplice sormontata da una piccola cisti e i due cocchi rispettivi.

„ 16. Coppia di capsule a otto in cifra, di cui una senza cocco.

„ 17. Capsula semplice col cocco, cui è aggiunto un involucro di due cocchi minori.

„ 18. Grande capsula imperfettamente distinta in due da uno stringimento, coi due cocchi e un altro più piccolo accanto.

„ 19. Coppia di grosse capsule semplici a otto in cifra coi due cocchi nel centro di ognuna, vi si aggiunge un pezzetto di sostanza che involge due altri cocchi.

„ 20. Involucro a forma di bozzolo contenente tre cocchi a uguale distanza fra essi.

„ 21. Altro simile con un diplococco e un monococco.

Fig. 22. Altro simile con tre cocchi, di cui due da poco distaccatisi dallo stato di diplococco.
„ 23. Involucro imperfettamente distinto in tre cisti da due strozzamenti, ciascuna racchiudente un cocco di diversa grandezza.
„ 24. Altro simile coi cocchi di uniforme grandezza.
„ 25. Altro di forma alquanto diversa.
„ 26. Altro di forma meno regolare.
„ 27. Altro considerevolmente grosso, con un cocco dilatato in ciascuna delle due cisti estreme e due cocchi di ordinaria grandezza nella cisti media.
„ 28. Altro vuoto dei cocchi.
„ 29. Altro distinto in quattro cisti senza cocchi.
„ 30. Tre cisti congiunte insieme, una con monococco e due con diplococco.
„ 31. Pezzetto di sostanza allungato con tre cocchi.
„ 32. Altro con quattro cocchi secondo una linea inarcata.
„ 33. Pezzetto di sostanza trilobato con un cocco in ciascun lobo.
„ 34. Altro simile in cui sono assenti due cocchi.
„ 35. Altro pezzetto trilobato con quattro cocchi.
„ 36. Altro pezzetto trilobato con un cocco e due diplococchi.
„ 37. Due otto in cifra uniti a una estremità con un cocco in ciascuna capsula.
„ 38. Pezzetto di sostanza quadrilobo con un cocco in ognuno dei lobi.
„ 39-42. Particelle di sostanza con parecchi cocchi o zooglee, distese in forme più o meno trilobe.
„ 43-48. Zooglee di forma allungata, a contorni irregolari.
„ 49. Grande zooglea di forma irregolare.
„ 50. Zooglea in cui un certo numero d' individui sono fusi insieme e formano una macchia.
„ 51. Zooglea in cui tutti i cocchi si sono disciolti e formano due macchie nella sostanza gelatinosa.
„ 52-53. Pezzetti di sostanza in cui rimane un solo cocco.
„ 54. Pezzetto di sostanza che formava il sostrato di una zooglea.
„ 55. Pezzetto di sostanza allungato nel mezzo del quale vi è una macchia molto tenue della stessa forma, derivata da distruzione di una serie di cocchi.
„ 56. Pezzetto di sostanza subrotondo senza elementi.
„ 57. Altri pezzetti di sostanza a contorni lobulati.
„ 58-59. Altri pezzetti di sostanza di aspetto mammillare.
„ 60-63. Doppie capsule sferiche di varia grandezza derivate da indurimento di uno strato periferico delle capsule semplici. Nel centro della capsula interna vi è il cocco.

Fig. 64. Due capsule concentriche con accenno di una terza capsula alla periferia e il cocco nel mezzo.
„ 65. Tre capsule perfettamente distinte intorno al cocco che occupa il centro.
„ 66. Coppia di capsule di cui una semplice e l'altra doppia più grande e i due cocchi corrispondenti.
„ 67. Capsula che cominciava a distinguersi in due mercè una strozzatura per divisione del cocco primitivo e allontanamento dei due nuovi elementi quando venne raddoppiata da un involucro esterno più resistente.
„ 68. Due capsule concentriche di forma alquanto ovale e cocco nel mezzo.
„ 69. Tre capsule concentriche di forma più ovale col cocco dilatato e di forma pure ovale.
„ 70. Capsula ovale resistente in cui si è disciolto e distrutto il contenuto.
„ 71. Capsula semplice ovale con macchia conforme sbiadita prodotta da compenetrazione e rarefazione di cocchi.
„ 72. Simile alla precedente con la macchia meno dilatata.
„ 73. Guaina gelatinosa intorno a una serie di cocchi tra essi divisi.
„ 74. Guaina intorno a una catenella di cocchi.
„ 75-77. Bacilli di varia lunghezza derivati da fusione di cocchi a catenella e loro astuccio gelatinoso.
„ 78. Bacillo meno evidente nel suo astuccio per attenuamento della propria sostanza.
„ 79. Bacillo diviso in due pezzi nel suo astuccio.
„ 80. Bacillo e due cocchi rimasti senza far parte di esso e astuccio comune.
„ 81. Lungo bacillo attenuato e suo astuccio.
„ 82. Astuccio diviso in due pezzi in cui il bacillo sta per dileguarsi.
„ 83-84. Astucci di bacilli scomparsi.

INDICE

DELLE

MATERIE CONTENUTE NEL PRESENTE VOLUME

G. D'Achiardi dis. R. Lit. Gozani Pisa.

L. Benedetti inc. R. Lit. Gozani-Pisa.

Aut. dis. Lit. F.lli Fiore, Messina.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

FOT. IN LABORAT. MINOR. PISA.

ELIOT. CALZOLARI E FERRARIO, MILANO.

L. Benedetti, inc. R. Lit. Gozani & C. Pisa.

ATTI

DELLA

SOCIETÀ TOSCANA

DI

SCIENZE NATURALI

RESIDENTE IN PISA

MEMORIE

Vol. XVI.

PISA
TIPOGRAFIA SUCCESSORI FF. NISTRI

1898

GIOVANNI D'ACHIARDI

AURICALCITE

DI

CAMPIGLIA MARITTIMA E VALDASPRA

(Tavola I.)

I. — Auricalcite di Campiglia Marittima (Pisa)

Studio cristallografico

Gli studi fatti fin qui sulla buratite di Campiglia [1] al pari di quelli eseguiti sull'auricalcite di altre località lasciano ancora in grande incertezza sulla cristallizzazione della specie, malgrado le indagini recenti di Belar, i resultati delle cui osservazioni costituiscono sino ad oggi il più che si conosca in proposito.

È certo che auricalcite e buratite non sono che un' unica specie, e l'analisi fatta dal Belar stesso della buratite di Campiglia, non avendo egli trovato più calce, convalida il sospetto che già si aveva, che la calce trovatavi dal Delesse dovesse considerarsi come estranea alla costituzione della molecola. Quindi non c'è ragione di distinguere questo minerale di Campiglia con un nome particolare, valendo per esso, come per gli altri che vi corrispondono, il nome generale di auricalcite.

Lo studio delle sue forme cristalline conferma le determinazioni chimiche, studio che ebbi agio di poter fare per il copioso materiale, che di questa specie possiede il museo mineralogico di Pisa tanto di Campiglia Marittima quanto di Valdaspra.

[1] M. Delesse. — Ann. des Mines 1846. Ser. 4, tom. X, pag. 215.
A. D'Achiardi. — *Mineralogia della Toscana.* Vol. I, pag. 201; Pisa 1872.
A. Belar. — *Ueber Aurichalcit und künstliches Zinkcarbonat.* ($ZnCO_3+H_2O$). Groth's Zeit. Bd. XVII, pag. 113, Leipzig. 1890.

Il minerale di Campiglia Marittima si presta però meglio dell'altro allo studio cristallografico poichè di maggiori dimensioni e più nitidamente costituiti sono i cristallini aciculari, piumosi, laminari, che d'ordinario con disposizione raggiata si trovano a formare, in aggregati complessi, frange, incrostazioni cristalline nelle fenditure e cavità del marmo, della limonite e dei minerali calaminari in tutte le consuete apparenze della specie.

Nè ad occhio nudo, nè con la lente si riesce a scorgere alcun particolare della cristallizzazione, e solo si arriva a meglio decifrarla servendosi del microscopio con ingrandimenti notevoli, talvolta fortissimi.

Provai da prima a sbriciolare delicatamente i ciuffetti cristallini per compressione fra due lastrine di vetro e ne ebbi al microscopio quasi costantemente le stesse apparenze già descritte ed effigiate dal Belar, (mem. cit. fig. 3, 4, 5, 6 ecc.) con angoli variabilissimi da una sommità biettiforme all' altra e con frammenti frequentemente rettangolari e altri innumerevoli senza alcun contorno regolare, onde mi fu per tal modo impossibile di rilevarne nulla di più di quanto già aveva lo stesso Belar notato; solo mi persuasi che la variabilità dei valori ottenuti e da me e da lui non poteva condurre ad alcun resultato esattamente determinativo. Perciò cercai di separare meglio che potevo con una punta di ago i piccolissimi cristallini dai ciuffetti piumosi tolti con ogni diligenza dagli esemplari mercè di una sottile pinzetta, e così divaricati e distesi su di una lastrolina, sia liberi, sia nel balsamo fermati col vetrino copri-oggetti, li osservava al microscopio. Malgrado l'attenzione messa nel separarli appariva subito una vera strage di subindividui nei frammenti innumerevoli; ma ne restavano ancora a centinaia intatti, taluni larghi oltre un decimo di millimetro per altezze anche di circa e oltre un mm. benchè d'ordinario di dimensioni molto minori. Questi cristalli nitidamente terminati si osservano più specialmente in un unico esemplare fra i tanti esaminati e che fu veramente il solo che mi permise una esatta determinazione. Negli altri in generale la massima parte degli individui cristallini era indeterminabile. Varii dei cristalli del sopra citato esemplare mostrano le due estremità terminate, poichè non essendo essi impiantati sulla

roccia la terminazione si è potuta formare anche nella parte inferiore o interna che fa capo al centro delle massarelle radianti con differenza però grandissima fra le due terminazioni ordinariamente mozza l'esterna, acuminata l'interna.

A seconda delle disposizioni più o meno radiali dei cristallini e fittezza loro appaiono anche più o meno deformati, avendosi abitualmente che si slargano verso l'esterno per poi spesso tornare a restringersi ancora, onde l'apparenza irregolarmente laminare e piumosa che spesso presentano e l'abituale difficoltà alla loro determinazione.

Considerando isolatamente i cristallini non deformati o poco, si vedono quasi tutti terminati all'estremità esterna o superiore da più lati e cioè da un lato orizzontale ad angolo perfettamente retto con i lati dell'allungamento loro e fra questi e quello due altri lati simmetricamente disposti (fig. 4, 5, 6, 10, 14), ma con sviluppo non sempre eguale (fig. 1), talvolta anzi l'uno predomina grandemente (fig. 12), come pure posson tutti e due essere così sviluppati da fare sparire o quasi il lato orizzontale (cristallo minore in fig. 8). Quando i subindividui non furono completamente isolati non è raro vedere ciuffi di consimili cristallini con disposizione ora parallela (fig. 11 in basso) ora radiale (fig. 2, 3). In tutti, semplici o aggregati, parallelamente allo spigolo di allungamento corre senza eccezione l'asse delle vibrazioni ottiche di minore velocità (c), onde anche per questo parallelismo l'apparenza di cristallizzazione trimetrica.

Ho preso misure con il goniometro oculare su parecchie diecine di questi cristallini e da trentadue angoli piani dei lati obliqui coi lati d'allungamento e con misure più volte ripetute ho rilevato valori ordinariamente dai 30° [1] ai 32° e da essi una media di 30°,58′, assai vicina ad altra data da sette di questi stessi angoli, cui per la loro grande nitidezza conviene attribuire un peso molto maggiore. I valori trovati per questi sette angoli oscillano fra 30°,30′ e 31°,45′ e la media ne è di 31°,15′.

In questi stessi cristalli la misura degli angoli delle stesse faccette oblique con la faccia terminale mi ha dato valori di

---

[1] Qui e in seguito, quando non sia detto espressamente, sono dati i valori degli angoli supplementari.

poco discosti da 59° e la media delle sette misure prese è di 58°,47′, che non differisce molto dall'altra di 58°,14′ ottenuta da ventuna misure di peso minore.

E tenendo conto, come più attendibili dei medii valori ottenuti da queste misure migliori e facendoli contribuire ambedue nello stesso grado a determinare un valore probabile si avrebbero respettivamente 31°,14′ e 58°,46′.

Rarissimamente si osservano facce oblique di diversa inclinazione associate alla base; sono invece frequenti individui a forma di bietta (fig. 1, 4, 11) o di lama di forbice (fig. 7) come dice Belar, o lanceolati, i quali presentano, però non sempre, estinzione parallela all'uno dei lati o ad ambedue quando questi, come si osservano nelle figure 1, 4, 11, per un tratto più o meno lungo corrono fra loro paralleli e ci rappresentano i due lati longitudinali dei cristalli precedentemente descritti. Sono le stesse apparenze ricordate ed effigiate dal Belar (mem. cit., fig. 2, 3, 4). Gli angoli terminali sono diversi da una punta all'altra, e il Belar ciò constatando, credè intravedervi la presenza di altrettanti domi, i quali sarebbero variabili non solo nei termini da lui osservati, ma ancor più nelle numerosissime lamine da me esaminate e misurate, onde se riferibili a domi converrebbe ammetterne un numero molto grande. Io ritengo invece che tali sommità acuminate, i cui angoli reali sono spesso inferiori ai 20° e anche ai 10°, sieno riferibili all'estremità inferiore, o interna, dei cristallini radialmente disposti e non sempre con lo stesso angolo di divergenza, e che i loro lati ci rappresentino, anzichè la presenza di piani emimorfi (che in tal caso non s'intenderebbe perchè si avessero ad avere solamente per queste forme acuminate), le linee di unione e di contatto fra l'uno e l'altro individuo nella costituzione degli aggregati cristallini. E che ciò sia verosimile confermerebbe anche il fatto di aversi alcune di queste lamine, ordinariamente nel loro distaccarsi troncate esternamente dal piano basale di sfaldatura, terminate invece da questa stessa parte esterna nel solito modo descritto poc'anzi. Così in ragione della diversa disposizione radiale e fittezza degli individui negli aggregati cristallini si spiegherebbe e la variabilità della inclinazione e la non costante direzione di estinzione determinata rispetto a certe linee, che nei frammenti ci rappresenterebbero non lati prismatici, ma linee di separazione degli individui aggregati.

Ciò non toglie che anche questi piani non possano essere piani compatibili con la cristallizzazione ed esprimibili essi pure per indici razionali, come farebbe anche supporre il frequente ripetersi di certi valori. Nella fig. 15, che ci rappresenta un gruppo di cristalli di Valdaspra consimili a quelli di Campiglia, vedonsi nella parte inferiore queste terminazioni a punta convergenti ad un centro comune.

Evidentemente si ha a che fare, ammesso che la cristallizzazione sia monoclina come più tardi vedremo doversi ammettere, con cristalli sdraiati per l'ortopinacoide {100}, che per avere d'ordinario prevalente sviluppo su tutte le altre facce presenti, determina in essi il loro abituale coricamento in modo da dare quasi sempre questa stessa apparenza.

Ma insieme a cristallini così disposti, se ne vedono altri, però assai raramente, che sono rimasti impigliati nel balsamo della preparazione per taglio. Appaiono come esilissime liste grosse soltanto qualche millesimo di millimetro e ordinariamente colorite con una certa intensità in verde-azzurrognolo. Si estinguono ad angolo più o meno grande, non di rado superiore ai 30° con l'allungamento loro (fig. 9 e 16). Non sono altro che le stesse laminette sopra descritte, le quali per esser disposte per taglio anzichè per piatto nel balsamo mostrano una più intensa colorazione per il maggiore spessore, che la luce è costretta ad attraversare. In questo caso sembra aversi la prospettiva del clinopinacoide {010}.

Altre lamine, rare pur esse, appaiono disposte obliquamente e i piccoli e variabili angoli di estinzione sono in relazione con l'obliquità della lamina, che è dimostrata anche dal non venire in fuoco simultaneamente i due lati longitudinali.

Di tanto in tanto poi si vede qualche lamina, che invece di avere il lato terminale ad angolo retto con i longitudinali lo presenta invece ad angolo di poco sì, ma diverso dai 90°, evidentemente obliquo e mostra estinzioni, che per le osservazioni fatte arrivano ad angoli anche di 17° e più con l'allungamento dei cristalli (fig. 13). Le misure prese sembrerebbero nei casi più comuni accennare a piani diversi, avendosi per l'angolo loro con l'allungamento della lamina valori medii di 84°, 15′ e 78°, 44′. Non è raro che ai lati di questi piani altri subordinatamente si associno. Si tratta al solito di la-

mine cristalline obliquamente disposte, o di veri e propri piani del clinopinacoide, che eccezionalmente abbiano acquistato maggiore sviluppo? Non sempre facile è il riconoscerlo e le osservazioni imperfette e le incerte misure prese lasciano molto in dubbio sul significato loro.

Se i cristalletti si guardino a nicol incrociati, e meglio ancora togliendo lo specchio per luce riflessa, l'area pinacoidale oscura appare circondata da esili liste illuminate per riflessione che tanto meglio si osservano quanto più il cristallo è inclinato in modo da permettere il gioco della luce riflessa, inclinazione che si rileva dal venire successivamente in fuoco le varie parti del cristallo. I colori d'interferenza pongono pure in rilievo queste particolarità (fig. 6, 12, 16), che si vedono anche a luce trasmessa (fig. 1, 4, 5, 14). Per tal modo è facile scoprire la presenza di esili faccettine di un prisma verticale e spesso anche di altre faccettine oblique verosimilmente di un clinodomo {0 m p} e della base intermedia, senza potere escludere la presenza anche di prismi obliqui {m n p} e di emidomi {m 0 p}.

Dallo studio di questi cristalli può dunque affermarsi che sono certamente monoclini e che all'ortopinacoide {100}, grandemente predominante, si associano un prisma verticale, che per la sua costanza può ritenersi come protoprisma {110}, la base {001} e un clinodomo {0 m p}, che può designarsi come {011}. Anche altre faccette sembra che sieno presenti e già dissi di qual tipo, ma la determinazione è quasi impossibile. Notevole si è che tutte le faccette estremamente ridotte apparenti sul contorno delle lamine cristalline sembrano costituite per decrescimenti di piani {100}.

Se fra le facce della zona dell'ortoasse si prenda come base quella ad angolo minore (84°,15') con l'allungamento del prisma si ha:

$$\beta = 84°, 15'$$

ma se incerta è pur sempre la determinazione di questa costante è impossibile quella delle altre. Se l'angolo di 58°,46' ci rappresentasse il supplemento dell'inclinazione di (001):(011), il valore di c rispetto a b preso come unità di misura ci sarebbe dato facilmente da:

$$\frac{1}{c} = \frac{\text{tang. } 58°,46'}{\text{sen. } 84°,15'} = 1,6574$$

ma poichè quantunque vicino non si può dire che vi corrisponda, nè si hanno dati per determinare *a*, così ci conviene pur troppo ripetere con il PENFIELD, che per l'auricalcite " *No definite idea regarding its crystallization was obtained by examining under the microscope* „ (1).

Ma intanto è accertato il sistema di cristallizzazione, intraveduto l'abito dei cristalli ed è già un passo avanti su quel che si conosceva. Però i resultati da me ottenuti non concordano completamente con quelli di BELAR. Le apparenze dei cristalli sono le stesse, salvo appunto quelle che non osservate dal BELAR mi condussero alla determinazione dell'abito cristallino dell'auricalcite.

In tal modo poi viene a perdere di valore anche il ravvicinamento fatto da esso all'artificiale carbonato di zinco $ZnCO_3 + H_2O$, che non vi corrisponde per la composizione; mentre se per questa può farsi un confronto è con i carbonato-idrati come la malachite e l'azzurrite, pur essi monoclini. Lo stesso BELAR aveva trovato valori troppo largamente approssimativi prendendo a base delle determinazioni cristallografiche dell'auricalcite l'angolo (100):(101) = 54°,13' dato dall'artificiale carbonato di zinco, nel quale notava essere anche diversa l'orientazione ottica.

Molti dei cristalli di auricalcite, specialmente nei comuni esemplari, mostrano una terminazione lanceolata per ripetizione di piani e taluni anche evidente decrescimento parallelamente ai piani pinacoidali {100} di facile separazione, e associandosi questo decrescimento alla ripetizione di piani, si ha non di rado una singolare apparenza delle lamine esaminate, le quali mostrano come un prisma obliquo costituito per tali decrescimenti; e tale osservazione viene in conferma di quanto già asserii rispetto alla costituzione delle facce subordinate.

---

(1) *On the Chemical Composition of Aurichalcite.* Americ. Journ. Ser. III. Vol. XLI, N. 242, pag. 107, New Haven. Febr. 1891.

Se i piani {100} sono piani della più facile separázione, avendosene lamine estremamente sottili, lucide, quasi micacee, è piano di facile e vitrea sfaldatura la base, onde si hanno frequentissimi frammenti rettangolari.

Per il carattere ottico già dissi come l'asse, che corre parallelo agli spigoli (100):(110) sulle facce {100} e che fa angolo assai grande ma non esattamente determinabile sulle facce {010}, sia l'asse delle vibrazioni della minima velocità ottica.

Osservate le lamine per la faccia (100) a luce convergente si vedono rudimenti di due sistemi di anelli colorati, i cui poli assiali però escono dal campo di visione. Impossibile determinare la posizione del piano degli assi ottici e il segno della bisettrice acuta, che sembrerebbe positivo. Colori d'interferenza alti e diversi nella stessa lamina se pur non sia semplice e sottilissima; d'ordinario iridati per la complicata aggregazione di subindividui, quale dimostrò già il Belar divaricando i subindividui stessi per l'azione di un leggero acido.

II. — Auricalcite di Valdaspra (Massa Marittima).

Nel settembre del 1894 essendomi recato a Massa Marittima per l'adunanza autunnale della Società Geologica italiana, ebbi occasione di raccogliere nelle varie località limitrofe, che visitammo, una assai ricca collezione di minerali.

E fu specialmente allo Scaricone di Valdaspra che la raccolta fu abbondante e numerosissimi furono i campioni ricchi di minerali diversi che io potei prendere e che avrei subito intrapreso a studiare, trattandosi di località mineralogicamente poco conosciuta, se altri lavori che aveva per le mani non me lo avessero fino ad oggi impedito.

" Lo Scaricone di Valdaspra, così il Lotti [1], a fianco della massa ferrifera di Valdaspra è formato quasi esclusivamente di calamina, in parte bianca o grigiastra, in parte rossa o gialla molto ferrifera. Vi si osservano frequenti pezzi di una breccia di calcare cavernoso di cui il cemento è formato da calamina. In alcuni frammenti riconoscesi nel modo più evidente che il

---

[1] *Descrizione geologica-mineraria dei dintorni di Massa Marittima in Toscana.* Mem. descritt. d. Carta geol. d'It. Vol. VIII, pag. 90, Roma 1893.

calcare è sostituito da carbonato di zinco come ad esempio in quella forma di calcare cavernoso con cellule calcitiche ripiene di polvere dolomitica, il quale presenta spesso le pareti delle cellule convertite in calamina, mentre conserva inalterata la polvere dolomitica stessa; quando la polvere fu asportata non rimase che una roccia cellulare spugnosa interamente costituita di calamina. Talvolta le pareti delle cellule non cambiarono natura, ma furono solo rivestite di calamina cristallizzata tappezzante a guisa di geodi l'interno delle cellule stesse „ (¹).

Quindi il LOTTI nota anche come si osservi frequentemente associata alla calamina quale prodotto secondario la buratite, ed è di questa specie di Valdaspra che intendo ora di occuparmi, avendo raccolto un ricchissimo materiale.

Si presenta l'auricalcite di Valdaspra, giacchè pure per essa non c'è ragione di conservare il nome di buratite, in esilissimi cristallini di rado isolati, abitualmente aggruppati in frange o croste, che tappezzano le fenditure e cavità della roccia calaminare, che ne forma il giacimento. Se isolati, per l'orientazione loro sembrano ancora coordinarsi al alcuni centri di cristallizzazione. Infatti in vario numero assumono rispetto ad essi una disposizione radiale; disposizione pur manifesta nelle laminette allungate, che costituiscono le frange cristalline, onde queste presentano ordinariamente superficie mammillare. Unica differenza macroscopica con l'auricalcite di Campiglia, negli esemplari da me esaminati, sta nella minore grandezza dei cristalli, che ancora più fittamente costituiscono gli aggregati aghiformi-piumosi.

A occhio nudo qui pure è impossibile ogni determinazione di forma. La osservazione microscopica conferma quanto fu detto della cristallizzazione monoclina della specie. Qui però sono più frequenti le terminazioni acuminate per decrescimento di piani, da non confondersi con le terminazioni pure acuminate della estremità interna.

Bene osservando le estremità degli aggregati, ove i cristallini elementari si individualizzano, non è raro riconoscervi la ter-

(¹) Il LOTTI con il nome di calamina parmi che voglia indicare i minerali calaminari in genere (silicati e carbonati) oppure il solo carbonato più comunemente denominato smithsonite.

minazione rettangolare o piramidale mozza come in quelli già descritti di Campiglia (fig. 15). Se non che l'inclinazione delle faccette oblique non sembra corrispondervi facendo esse con l'allungamento prismatico angoli non più di circa 31°, ma sibbene di circa 40°. Spettano verosimilmente a piani {012}, per le cui facce nella supposizione fatta di $b:c = 1:1{,}6574$, attendibile solo come arbitraria approssimazione, si dovrebbe avere secondo il calcolo $(001):(012) = 39°,30', 24''$. Che se si considerasse invece questo clinodomo come {011} e l'altro come {021}, si avrebbe allora $b:c = 1:0{,}8287$.

La maggior differenza si ha solo nell'abito della cristallizzazione, le faccette oblique terminali sogliono essere ridotte di fronte alla base riconoscibile anche nelle lamine lanceolate per decrescimento; base che esclusiva o quasi domina costantemente nelle terminazioni dei cristalli prismatici di auricalcite di altre località, osservati per confronto, come quelli del Laurium (fig. 17).

Il peso specifico determinato con un grammo circa di polvere fine alla boccetta di Gay-Lussac mi risultò di 3,00-3,02 valori vicinissimi a quello dato dall'Hermann (3,01) e riportato dal Des Cloizeaux (1); diversi però da quelli dati da Penfield (mem. cit.) 3,52-3,63 per l'auricalcite dell'Utah. Determinato di nuovo su piccole masserelle avendo come Penfield fatto bollire la sostanza nell'acqua per espellere l'aria, dopo di averla preventivamente privata dell'acqua igroscopica a circa 104° C., risultò invece di 3,35.

Il colore dell'auricalcite di Valdaspra è ceruleo con vario tuono e con tendenza ora più al celeste, ora più al verde. Impallidisce fino a scomparire nei cristallini isolati, che appaiono scoloriti e trasparenti, mentre l'intensità del colore seconda in generale la grossezza degli aggregati cristallini. Debolissimo pleocroismo negli individui più colorati. Vivace lucentezza madreperlacea.

A me premeva specialmente il determinarne la composizione chimica poichè di questa località l'auricalcite non era ancora stata analizzata. Presi il minerale togliendolo da mol-

---

(1) *Manuel de Minéralogie*. T. II, fasc. 1er, pag. 185, Paris 1874.
(2) *A System of Mineralogy*. Sixth Ed.; pag. 298, New-York 1892.

tissimi campioni e sceglieudolo possibilmente dello stesso colore ceruleo chiaro. Stetti bene attento che nessuna particella della matrice venisse mescolata con la sostanza da esaminare, ma ciò fu impossibile ad ottenersi in modo assoluto, poichè l'auricalcite nella sua porzione d'impianto portava seco particelle piccolissime della matrice, che era impossibile togliere completamente anche osservando con la lente. È solubile completamente negli acidi con effervescenza; colora la fiamma in verde; la perla di sal di fosforo in verde-rossastro (fiamma riducente) a caldo, verde-celestognola a freddo.

I resultati centesimali dell'analisi fatta su grammi 1,394 di minerale, preventivamente disseccato a togliere l'acqua igroscopica, furono i seguenti:

		Rapp. molecolari		
H_2O	9, 61	0, 533	0, 890	
CO_2	15, 71	0, 357		
CuO	18, 80	0, 237	0, 881	0, 889
ZnO	52, 51	0, 644		
CaO	0, 45		0, 008	
Fe_2O_3	1, 34			
Al_2O_3	tracce			
Residuo insolubile	2, 01			
	100, 43			

L'anidride carbonica fu determinata facendola assorbire da idrato sodico in soluzione concentrata al 45 % e solido; l'acqua per differenza detraendo l' anidride carbonica dalla perdita in peso che la sostanza subisce per arroventamento.

Di ossido alluminico non ho avuto che leggerissime tracce e difficile sarebbe stato il separarlo dall'ossido ferrico insieme al quale fu pesato. Il residuo insolubile, composto in massima parte di silice, non è dovuto all'auricalcite, ma a sostanze estranee, avendo trovato per saggi fatti che essa è solubile completamente negli acidi. Così pure l'ossido ferrico deriva dalla sostanza bruna, in gran parte limonitica, che forma il substrato alla auricalcite. E la calce probabilmente deriva da calcite es-

sendo il giacimento del minerale in roccia calcarea, anzi derivando in gran parte dall'alterazione di questa.

I calcoli per i rapporti molecolari sono fatti secondo i pesi atomici dati dall' OSWALD [1]. Se si fa astrazione dal residuo e dall'ossido ferrico si avranno riducendo a 100, a seconda che si consideri la calce come impurità o come componente, i resultati seguenti:

$$\text{I.}\quad \overset{\text{II}}{R} = Cu, Zn$$

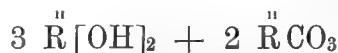
$$\text{II.}\quad \overset{\text{II}}{R} = Cu, Zn, Ca$$

	I	Teoria	II
H_2O	9, 94	9, 88	9, 90
CO_2	16, 26	16, 12	16, 18
CuO	19, 46	20, 67	19, 37
ZnO	54, 34	53, 33	54, 09
CaO	— —	— —	0, 46
	100, 00	100, 00	100, 00

quindi resultati sempre grandemente vicini a quelli dati dalla teoria secondo la formula generalmente ammessa

$$3\ \overset{\text{II}}{R}[OH]_2 + 2\ \overset{\text{II}}{R}CO_3$$

in cui

$$R = Cu : Zn :: 2 : 5$$

Nel caso nostro si avrebbe un po' più di zinco e un po' meno di rame, che si sostituiscono vicendevolmente in questo minerale, la cui colorazione più o meno intensa è probabile che secondi la quantità del rame.

È vero che dovrebbe sottrarsi un po' d'acqua e un po' d'anidride carbonica da imputarsi all'ossido ferrico e alla calce derivati quello da limonite, questa probabilmente da calcite; ma lo stesso può dirsi per un po' di rame e un po' di zinco imputabili a melaconite, zincite, smithsonite e calamina, che tutti

[1] *Abrégé de Chimie générale* traduit par G. CHARPY. Paris 1893.

insieme costituiscono quella polvere bruna, su cui aderisce l'auricalcite e nella quale per ricerche qualitative ho riscontrato SiO_2, CO_2, H_2O, ZnO, CuO, in conferma di quanto in essa, ma per un'altra località, Campiglia, già aveva in parte trovato il Berthier [1], che per l'aspetto paragonavala al *Wad.* In questa di Valdaspra ci sarebbe in più il rame e mancherebbe il manganese.

E poichè si tratta solo di dosi minime imputabili a sostanze straniere e per tutti i componenti indistintamente, quindi è a ritenersi non debbano essere essenzialmente alterati i resultati finali dell'analisi considerati per minerale purissimo.

Accompagnano l'auricalcite allo Scaricone di Valdaspra calamina, smithsonite, idrozincite, zincite, melaconite, malachite, azzurrite, crisocolla, calcite, dolomite, limonite, e un minerale celeste o grigio-celestognolo, perfettamente isotropo, ora in piccoli cristalli monometrici, prevalentemente in forme di cubo, ora in massarelle compatte, e che mi propongo di studiare e di cui renderò conto in un'altra nota.

Nel giacimento della Niccioleta ho pure raccolto dei cristalli di cerussa e qui e allo Scaricone e in tutti questi giacimenti calaminari di Valdaspra nelle porzioni meno alterate della roccia madre non è raro rinvenire anche fra i minerali metallici pirite, calcopirite, blenda e galena e fra quelli della matrice o della roccia incassante un granato giallo-verdastro rombododecaedrico, epidoto, bustamite, quarzo ecc.

Tra i minerali ossidati di zinco e di rame l'auricalcite sembra essere stata uno degli ultimi a formarsi, costituendo essa la parte più superficiale dei rivestimenti o incrostazioni entro le cavità della roccia originaria dalla cui alterazione deriva il giacimento calaminare.

Laboratorio di Mineralogia dell'Università di Pisa
17 gennaio 1897.

---

[1] Ann. des Mines, Ser. 4, t. II, pag. 513, 1842.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I.

Le figure 1-14 e 16 rappresentano cristalli di auricalcite di Campiglia Marittima; la 15 di Valdaspra; la 17 del Laurium.

Le figure 6-10, 12, 13, 16 sono eseguite a nicol incrociati, di cui i piani di polarizzazione sono ogni volta indicati dalle crocette poste sotto ad esse. Le altre sono eseguite a luce ordinaria.

Fig. 1. A sinistra cristallo con terminazione a lato obliquo più sviluppato da una parte che dall' altra; inferiormente rotto. A destra cristallo con estremità inferiore biettiforme. Ingrand. 140 diam.

» 2. Individui riuniti in foggia di govone, parte parallelamente, parte radialmente. Ingrand. 70 diam.

» 3. Varii cristalli radialmente disposti con sviluppo assai notevole dei lati obliqui della terminazione. Ingrand. 150 diam.

» 4. Varii cristalli di cui due a destra terminati nel solito modo e radialmente disposti; uno a sinistra con grande sviluppo dell' estremità inferiore acuminata. Ingrand. 150 diam.

» 5-6. Cristalli a terminazione superiore regolare per eguale sviluppo di facce adiacenti alla base. Si vedono anche le faccette del prisma verticale. Ingrand. della fig. 5 diam. 150; della fig. 6 diam. 120.

» 7. Cristallo a lama di forbice restringentesi anche verso l' estremità superiore. Ingrand. 60 diam.

» 8. Dei due cristalli, uno sopra l'altro, il minore ha una terminazione superiore a punta per la estrema riduzione della base; nel maggiore si vede a sinistra la faccetta del prisma verticale. Ingrand. 120 diam.

» 9. Fra i varii cristalli superiormente a sinistra se ne ha uno disposto per taglio secondo $\{010\}$ e che a nicol incrociati non appare estinto in posizione parallela al piano di polarizzazione. Ingrand. 30 diam.

Fig. 10. Unione quasi parallela di cristalli e sovrapposizione al gruppo di un cristallo minore con terminazione a faccette oblique molto sviluppate. Ingrand. 120 diam.

» 11. In basso due cristalli con l'estremità solita superiore in unione quasi parallela. In alto cristallo con terminazione interna o inferiore molto sviluppata. Ingrand. 150 diam.

» 12. Cristallo che mostra una delle faccette oblique dell'estremità superiore più sviluppata dell'altra. I colori d'interferenza mettono in evidenza le facce del prisma verticale. Ingrand. 220 diam.

» 13. Gruppo di cristalli obliquamente impigliati nel balsamo a terminazione rettilinea obliqua ed estinzione non a 0° con l'allungamento loro. Ingrand. 50 diam.

» 14. Cristallo terminato nel solito modo superiormente e mostrante un piano di sfaldatura basale inferiormente. Si vedono le faccette del prisma verticale. Ingrand. 150 diam.

» 15. Gruppo di cristalli di Valdaspra radialmente disposti e mostranti inferiormente la terminazione acuminata verso il centro di irraggiamento. Superiormente le solite terminazioni con inclinazione però delle faccette oblique maggiore che nei cristalli di Campiglia.

» 16. Due cristalli di cui il verticale è disposto per taglio secondo $\{010\}$ e mostrante le faccette del prisma. Non è estinto malgrado la coincidenza del suo allungamento col piano di polarizzazione di uno dei due nicol. Ingrand. 160 diam.

» 17. Cristalletti del Laurium terminati dalla base. Ingrand. 30 diam.

ERNESTO MANASSE

ROCCE OFIOLITICHE

E CONNESSE

DEI

MONTI LIVORNESI

Le rocce serpentinose od ofiolitiche, sotto i quali nomi volgarmente non si comprendono le sole serpentine, ma anco le rocce gabbriche e diabasiche, che quasi sempre quelle sogliono accompagnare, hanno fornito in questi ultimi tempi soggetto di importantissime osservazioni e discussioni fra i geologi circa l' età e più ancora circa l' origine, come più diffusamente vedremo in seguito.

In Toscana tali rocce, alle quali la gente del contado dà il nome generico di *gabbri*, assumono poi una speciale importanza, perchè esse sono la sede principale dei giacimenti cupriferi che segnano e più segnarono per il passato una notevole ricchezza industriale per quella regione; e le miniere di Montecatini e del Terriccio ed i filoni di Monte Vaso, dell'Impruneta, del Romito ecc. ne danno uno dei più chiari esempi.

Fu il Savi nel 1838 (1) quegli che pel primo, compreso dell'importanza dell'argomento, si occupò dettagliatamente delle numerose formazioni ofiolitiche della Toscana. Egli designò col nome di *catena ofiolitica* l'insieme di questa estesissima formazione che divise in quattro grandi serie chiamate rispettivamente *ultrappenninica*, *citrappenninica*, *litorale*, *insulare;* ciascuna delle quali poi suddivise in vari gruppi od isolotti.

(1) Paolo Savi. — *Delle rocce ofiolitiche della Toscana e delle masse metalliche in esse contenute.* (Nuovo Giornale dei Letterati 1838-39).

Seguendo i criteri del Savi il gruppo ofiolitico dei Monti Livornesi, del quale qui esclusivamente mi occupo, appartiene alla terza serie (*litorale*) della catena ofiolitica. In tali monti, spettanti in parte alla provincia di Livorno, in parte a quella di Pisa, le rocce serpentinose sono largamente rappresentate; hanno quindi una notevole importanza siccome rilevasi anche da quanto ne scrisse il prof. D'Achiardi, che, trattando appunto di esse [1], così si esprime: " Classica per la storia delle rocce serpentinose è questa piccola catena o nodo di monti, ove fin dai secoli passati furono osservate e descritte varie rocce serpentinose e affini del Gabbro e della Valle Benedetta, specialmente del Gabbro, onde pare che derivi il nome dato dai Tedeschi all'eufotide. Queste rocce si osservano al Romito, ove è l'abbandonata miniera cuprifera di Tobler e di là lungo il lido fino a Castiglioncello ed oltre nelle vicinanze di Rosignano, al Gabbro ove sono bellissime oficalci, nella Valle delle Fonti, a Colognole, a Nebbiaia e a Castelnuovo della Misericordia ".

Descriverò successivamente le rocce di alcune fra le più notevoli di queste località.

ROMITO

Uno dei più importanti giacimenti di rocce ofiolitiche nei Monti Livornesi, del quale si occuparono nei loro maestrevoli scritti illustri geologi, come Savi, Burat e Meneghini, è quello del promontorio del Romito. Tale località trovasi dieci chilometri al Sud di Livorno, lungo la via litorale maremmana, per chi, partendosi dall'Antignano, attraversi la Torre del Boccale e Calafuria, ove tanto sviluppo prende l'arenaria macigno.

La grande massa ofiolitica del Romito non consta di sola serpentina, ma anche di rocce gabbriche e diabasiche. La serpentina, che occupa la parte più bassa della formazione eruttiva, vi è sotto forma di serpentina bastitica, la quale talora per altro, arricchendosi di silice, passa ad ofisilice. Ad essa suc-

[1] A. D'Achiardi. — *Mineralogia della Toscana.* Pisa 1873.

cedono superiormente le rocce gabbriche, le più sviluppate, che possono raggrupparsi nei tipi di eufotide normale a labradorite o a saussurite e di iperstenite. Per ultime infine, a rappresentarci la parte superficiale della formazione eruttiva, vengono le rocce diabasiche, delle quali giova distinguere la vera e propria diabase (denominata dal Savi e Meneghini [1] insieme a tutte le diabasi della Toscana *ofite* e *diorite* e solo più tardi riconosciuta dal prof. D'Achiardi [2] per vera diabase) e il gabbro rosso che sempre vi si connette. Il gabbro rosso del Romito ha anzi un'importanza tutta speciale, perchè fu geologicamente studiato dagli illustri Savi e Meneghini e da essi ritenuto non per una roccia dovuta ad alterazione di diabase, ma per un'originaria roccia sedimentaria metamorfosata in seguito all'eruzione serpentinosa, pur riconoscendo essi che in talune circostanze presentava le più decise apparenze di roccia eruttiva [3].

Entro queste rocce in sottili vene più o meno ramificate si rinvengono i solfuri di rame (calcopirite ed erubescite), ossidatisi talora in carbonati (malachite ed azzurrite), non di rado accompagnati da pirite di ferro. Ma più che in vene esclusivamente metalliche i solfuri di rame si ritrovano in foggia di noduli entro a filoni maggiori, irregolari nell'andamento e nelle dimensioni, e costituiti da una pasta steatitosa, onde furono detti dal Savi *filoni impastati*. Questi giacimenti cupriferi del Romito ebbero pel passato ed hanno tuttora una certa importanza; ivi infatti esiste l'antica miniera di Tobler, oggi abbandonata; ivi una compagnia inglese, or son circa cinquanta anni, impiantò dei lavori di escavazione; ivi è stato dato l'anno scorso principio, e con assai lieto successo, a nuovi scavi.

La grande massa serpentinosa del Romito è interposta alle rocce sedimentarie terziare (eoceniche), rappresentate da scisti silicei, da veri e propri diaspri passanti dal verdastro al rosso acceso, intercalati da un calcare grigio ceroide. Tali rocce non mostrano una stratificazione regolare, ma offrono invece nu-

---

(1) P. Savi e G. Meneghini. — *Considerazioni sulla Geologia stratigrafica della Toscana.* Firenze 1851.

(2) A. D'Achiardi. — Op. cit.

(3) P. Savi e G. Meneghini. — Op. cit.

merose contorsioni e piegamenti; e per questo loro modo appunto di presentarsi resero geologicamente importante il Promontorio del Romito. Burat (1), infatti, che ammetteva per le serpentine l'origine ignea, riteneva che esse, eruttando, avessero sollevato, contorto e trasformato gli scisti adiacenti da lui ritenuti per cretacei e cita il promontorio del Romito quale uno dei punti più interessanti di questi sollevamenti dovuti alle serpentine. E il Meneghini (2), opinando siccome Burat, così si esprimeva: " Particolarmente caratteristico delle eruzioni serpentinose è un effetto sorprendentemente poderoso di pressione laterale, effetto meccanico che congiunto all'altro effetto prevalentemente chimico delle profonde metamorfosi indotte nelle rocce sedimentarie argillose, calcari ed arenacee diede origine a quelle complicate e capricciose contorsioni di galestri, ftanniti e gabbri rossi, che resero una località classica il promontorio del Romito ".

I. — ROCCE GABBRICHE.

α) **Eufotide.**

L'eufotide del Romito, di cui vien fatta citazione dal prof. D'Achiardi nella " *Mineralogia della Toscana* " e dal prof. Jervis nei " *Tesori sotterranei d'Italia* ", presenta anche ad occhio nudo forti indizi di alterazione nei suoi principali componenti (diallagio e labradorite). La grana di questa eufotide è generalmente assai grossolana, ma per graduati termini passa fino ad essere minuta a segno tale che occorre la lente d'ingrandimento per poter ben distinguere i minerali che la compongono e la sua frattura è irregolare a seconda che interessa principalmente l'uno o l'altro di essi. Differenze notevoli ho trovato da campione a campione nella ricerca del peso specifico, chè, infatti, varia da un minimo di 2,43 a un massimo di 2,87; il che palesa che i minerali costituenti non sono tutti ugualmente distribuiti.

(1) A. Burat. — *Gites metallifères de la Toscane.* Paris 1845.

(2) G. Meneghini. — *Della presenza del ferro oligisto nei giacimenti cupriferi della Toscana.* Nuovo Cimento 1860.

In sezioni sottili al microscopio la roccia mostra struttura olocristallina ipidiomorfa e risulta formata, oltre che di plagioclasio e diallagio, di molti altri minerali più sotto enumerati, sieno essi originari, sieno prodotti da decomposizione del plagioclasio e più specialmente del pirosseno.

Il *plagioclasio*, in origine *labradorite*, prende in questa roccia sviluppo di gran lunga maggiore su tutti gli altri elementi; ed è sempre alterato, tendendo a trasformarsi in saussurite, onde si rende torbido, opaco e granuloso con un colore grigiastro, ora tendente al rossiccio, ora al verdastro, ora al giallognolo. Si presenta in grandi cristalli di prima consolidazione, non però nitidamente delineati, ma corrosi, smussati; ed in taluno di essi mostra evidentissime le linee di sfaldatura basale. A nicol incrociati, nelle parti ove la trasformazione in saussurite non è completa, offre struttura lamellare polisintetica per la ripetuta geminazione secondo la legge dell'albite, quantunque molto raramente e non con troppa chiarezza, le singole lamelle non essendo tra di loro separate da netti confini. Di modo che difficoltà non lievi incontransi a misurare l'estinzione; pur tuttavia è dato di notare che essa vi avviene ad angolo assai grande, facendo pensare ad un feldispato basico e quindi alla labradorite. Ma quando la decomposizione plagioclasica è in uno stadio molto avanzato non si ha affatto traccia di strutttura polisintetica e si manifesta invece quella polarizzazione d'aggregato, che contraddistingue la saussurrite. Spesso, come prodotto d' alterazione del plagioclasio, si constata nella roccia la presenza di *silice*, ora opalina perchè sempre estinta a luce polarizzata, ora calcedoniosa manifestantesi a nicol incrociati sotto l'aspetto di tante piccole sferoliti a croce nera; e talvolta la silice è tanto abbondante (tav. II, fig. 1) che la roccia si potrebbe facilmente scambiare per una ofisilice, specialmente poi quando il pirosseno, come vedremo più sotto, si è per la massima parte trasformato in serpentino, se qualche raro granello di plagioclasio sparso nella massa silicea non ne svelasse l'origine eufotidica.

Il *diallagio* (tav. II, fig. 1) è allotriomorfo in lamine percorse da grossolane strie parallele e ha colore verde-grigiastro senza alcun segno di policroismo, notevole rilievo e colori d'interferenza assai bassi nel giallo e grigio-biancastro, e ciò forse

per il suo grado di alterazione. La maggior parte delle sue lamine mostrano estinzione ad angolo oscillante tra 35° e 45° con i suoi piani di separazione indicati dalle surricordate strie, quando però l'alterazione non sia tanto progredita da mascherare il contegno ottico. Spesso mostra traccie più o meno evidenti di alterazione con tendenza a convertirsi sia in *serpentino*, che in piccole venuzze crisotiliche si vede anche attraversare le lamine pirosseniche con i segni di sua caratteristica polarizzazione, sia, com'è ancora molto più frequente, in uralite accompagnata da prodotti cloritici, calcite e ossidi di ferro.

L'*uralite* non conserva del pirosseno altro carattere che la striatura e non sempre, chè spesso è opaca, quasi terrosa, specialmente se disseminata di macchie limonitiche. Ha essa evidente dicroismo da un verde-giallastro ad un bianco-verdastro; colori di polarizzazione verdi, rossi e gialli e tanto meno vivaci quanto maggiore ne è l'alterazione; e direzioni di estinzione ad angolo non mai maggiore di 22° sulle strie prese per traccia.

La *sostanza cloritica* è in macchie e penombre di un verde pallido con debole pleocroismo, le quali avvolgono l'uralite. Essa rimane completamente estinta a luce polarizzata.

La *calcite*, minerale di ricomposizione, che al microscopio mostra un principio di struttura polisintetica, è in grosse vene, che attraversano la roccia.

Di ossidi di ferro si ha *magnetite* in minutissimi granuli, *limonite* in macchie giallastre ed *ematite* in grani assai minuti, ma talora tanto abbondanti che danno all'eufotide in massa una colorazione rossa.

Tali i componenti di questa eufotide per la massima parte, come si è visto, secondari; cui però sono da aggiungersi altri minerali accessori, ma originari e, cioè, un pirosseno trimetrico, forse *iperstene*, grandemente alterato e *pirite* in file irregolari di cristallini a sezioni quadrate o rettangolari, addossati gli uni sugli altri.

β) **Iperstenite.**

Macroscopicamente la roccia risulta di grossi frammenti di plagioclasio di colore grigio-verdastro e di numerose lamine

pirosseniche verdi e lucenti, orientate in tutte le direzioni e incastrate e modellate sui cristalli di plagioclasio. Fra tali lamine notansi delle chiazze pure verdi, ma più cupe, di una sostanza serpentinosa proveniente da alterazione del pirosseno, siccome dimostrano alcune laminette pirosseniche minutamente disseminate in talune di esse chiazze. La grana della roccia è assai grossolana, sì che a prima vista in nulla differisce da un' eufotide a grossi elementi; la frattura è irregolare, avvenendo secondo i diversi piani di sfaldatura dei minerali componenti; il peso specifico uguaglia in media 2,85.

Studiata la roccia al microscopio si mostra composta solo di labradorite, iperstene, serpentino e magnetite; quelli originari e in generale maggiormente sviluppati, quantunque in alcuni casi il pirosseno sia scarsissimo, perchè quasi completamente trasformato in serpentino; questi secondari per derivazione dal pirosseno.

La *labradorite* costituisce il principale minerale della roccia. Quantunque ad occhio nudo mostri apparenza di compattezza, al microscopio presenta talora lati di faccie cristalline molto grandi; ho potuto misurare così l'angolo (001) : (100), pel quale ho trovato un valore uguale a 119°,5'. È sempre grandemente alterata con aspetto torbido come se composta di tante granulazioni, cosparsa qua e là di macchie giallastre limonitiche, qualche volta anche con un principio di serpentinizzazione. Nelle poche parti, in cui la labradorite si presenta meno alterata, offre a nicol incrociati (tav. II, fig. 2) larghe e numerose lamine polisintetiche parallele, proprie di questa specie, diversamente illuminate e colorite con tinte diverse d' interferenza. L'angolo di estinzione, riferendosi alla traccia di geminazione 010, generalmente è tra 25° e 30°. A forte ingrandimento si vedono inclusi nel plagioclasio dei cristalletti di *zircone,* tutti pieni di bollicine gassose.

Il *pirosseno*, trimetrico, come porta a credere l' estinzione a 0°, apparentemente allotriomorfo, si presenta (tav. II, fig. 2) in lamine cristalline striate parallelamente, molto espanse, misuranti generalmente mm. 3 o 4 di diametro, che riempiono gli spazi interposti tra i cristalli di plagioclasio, il quale apparirebbe quindi anteriore alla loro consolidazione. Ordinati parallelamente alle fibre del pirosseno notansi innumerevoli

e piccoli corpiciattoli opachi e bruni indeterminabili e certo non riferibili a magnetite, perchè a luce riflessa non si mostrano splendenti, ma terrosi e di color grigio. Le lamine pirosseniche offrono rilievo rispetto al plagioclasio ed evidente pleocroismo da un verde-pallido, quando la striatura è normale alla sezione principale del nicol, ad un bianco-sporco, quando è parallela; in questo secondo caso con notevole assorbimento. Pel forte pleocroismo e perchè ha colori d'interferenza bianco-verdastri o rosso-bruni, sempre assai vivaci, è da ritenersi per un pirosseno ricco in ferro e più verosimilmente per *iperstene*.

Il *serpentino* non è reticolare, ma piuttosto fibroso a fibre contorte; non proviene quindi da olivina, di cui del resto non si ha traccia alcuna nella roccia, ma dal pirosseno; ed è anzi facile notare in questo caso benissimo tutti i graduali passaggi da quasi inalterato pirosseno a vero e proprio serpentino; facilmente riconoscibile questo dai suoi toni biancastri e bluastri con polarizzazione d'aggregato che mostra a luce polarizzata.

Questi, cui può aggiungersi la *magnetite* in assai pochi e piccoli grani, proveniente essa pure da alterazione del pirosseno che sempre accompagna, i componenti della roccia, che, avuto riguardo alla trasformazione dell'elemento pirossenico, può ritenersi come una *iperstenite serpentinizzata.*

II. — ROCCE DIABASICHE.

α) **Diabase.**

Il dott. Casella, che studiò la diabase del Romito [1], così la descrive: " La roccia presenta un colore verde-scuro, una struttura uniforme, omogenea, finissima a segno tale che ad occhio nudo non si possono distinguere i minerali che la compongono. Soltanto con la lente, in pochissimi esemplari però, scorgiamo nella massa compatta qualche rarissimo cristallino di color bianco-verdognolo ". A questo aggiungasi che la roccia apparentemente non manifesta indizi di alterazione, che ha una frattura scagliosa a superficie irregolare e un peso specifico medio di 2, 93 circa.

---

[1] G. Casella. — *Diabase uralitizzata od Epidiorite della Torre del Romito nei Monti Livornesi.* Giornale di Mineralogia diretto dal dott. Sansoni. Pavia 1893.

Ridotta in sezioni sottili ed osservata al microscopio risulta formata da un regolare feltro molto stipato (tav. II, fig. 3), costituito principalmente da cristallini di plagioclasio e da laminette di originario pirosseno allotriomorfo, riempienti i vani irregolari formati dai microliti di feldispato ed anche, in proporzioni però molto minori, da sostanza cloritica, magnetite, ematite, limonite, titanite, serpentino. Si ha quindi nella roccia evidentissima quella struttura olocristallina ipidiomorfa o più precisamente diabasica che contraddistingue le diabasi.

Il *plagioclasio*, idiomorfo, è in cristalletti listiformi allungati secondo lo spigolo [001, 010], divergenti in tutte le direzioni a costituire la tessitura generale della roccia, lunghi da mm. 0,6 a 0,9 e larghi circa mm. 0,2; son rarissimi i cristalli di più grandi dimensioni che raggiungono mm. 0,5 in larghezza e sorpassano il millimetro in lunghezza. A luce ordinaria questi cristalli si presentano opachi e torbidi per profonda alterazione, onde si mostrano come disseminati di un'abbondante materia granulosa e fibrillare. A luce polarizzata non in tutti, in pochissimi anzi soltanto, è riconoscibile la struttura lamellare polisintetica per la ripetuta geminazione secondo la legge dell'albite, secondo il piano cioè 010; e ove essa si scorga sono 2 o 3 soltanto gli individui riuniti e non ugualmente sviluppati. I colori d'interferenza stan sempre nei tuoni grigi e bluastri e gli angoli di estinzione, assai grandi, non mai inferiori a 30°, valore che talora anche di poco sorpassano, mi spingono ad ammettere che questi cristalli plagioclasici spettino ad un feldispato basico, alla *labradorite*.

Il *pirosseno (augite)* è per la massima parte uralitizzato; fatto che indusse il Casella a chiamare questa diabase anche col nome di *epidiorite;* non mancano però resti d' inalterata augite. Essa si presenta allotriomorfa, siccome posteriore al plagioclasio del quale conferma quindi la basicità, tutta screpolata e solcata da strie parallele, in scagliette cristalline irregolari di dimensioni variabili o in grani arrotondati, che hanno riempito i vani lasciati dai cristalli di plagioclasio. È incolora o leggermente colorata in verdastro con debole pleocroismo; ha fortissimo rilievo; e si riveste a nicol incrociati di vivissimi colori d'interferenza con tinte gialle, rosse e verdi. Per comunanza di caratteri si potrebbe quasi scambiare per pe-

ridoto e solo l'estinzione ad angolo notevole con le traccie dei piani di separazione fa riconoscere trattarsi di augite.

Quando essa è trasformata in *uralite* acquista un fortissimo pleocroismo da un verde-biancastro ad un grigio-verdastro; ma ne diminuisce il rilievo, la vivacità dei colori d' interferenza ed anche gli angoli d'estinzione vari per diverse lamine, generalmente fra 7° e 12°, certo non mai superiori a 22°. L'uralite, che è il minerale che predomina nella roccia subito dopo il plagioclasio, ci rappresenta, insieme a pochi prodotti ferrici, il primo stadio d'alterazione del pirosseno; uno stadio più avanzato è segnato dalla comparsa di sostanza cloritica, mescolata a prodotti ferrici molto abbondanti e più raramente a serpentino.

La *sostanza cloritica* che, secondo il Mattirolo [1], " si trova costantemente in tutte le diabasi che presentano traccie di alterazione ", trovasi in lamine a struttura squamosa di colore verde sbiadito; ha pleocroismo appena sensibile e completa estinzione a luce polarizzata. A questa specie, che avvolge e circonda l'uralite, fra le cui screpolature spesso anche s' infiltra, è dovuta principalmente quella tinta verde-cupa che la diabase assume in massa.

La *magnetite* nera, opaca, lucente, è in cristalletti a sezione quadrata; ma più spesso in grani irregolari che raramente si uniscono a formare dei cumuletti.

Rare in questa diabase sono *limonite* ed *ematite*; quella in macchie giallastre disseminate sull' uralite, cui spesso dà una colorazione giallastra; questa in minutissimi granuli di un rosso acceso vivo. E rari pure il *serpentino*, mescolato e confuso con la sostanza cloritica, e solo riconoscibile a luce polarizzata dai suoi toni bluastri e biancastri e la *titanite*, cui ascrivo poche laminette giallo-brune con debolissimo pleocroismo e con colori d'interferenza molto bassi.

β) **Gabbro rosso.**

Tal roccia, che fa pur parte della formazione ofiolitica del Romito, proviene da alterazione della diabase, dalla quale si

[1] E. Mattirolo. - *Intorno ad alcune rocce della Valle del Penna nell'Appennino ligure.* Atti dell'Acc. dei Lincei 1886.

distingue macroscopicamente per la sua colorazione rosso-bruna, anzichè verde. Al microscopio, infatti, essa pure presenta la struttura diabasica dovuta ai microliti di *plagioclasio* divergenti in tutte le direzioni; vi scarseggia però l'elemento pirossenico, il quale è sostituito, e molto abbondantemente, dai suoi prodotti di decomposizione, *magnetite, limonite, ematite*, specialmente quest'ultima, che dà alla roccia la colorazione rossa.

III. — ROCCE SERPENTINOSE.

α) **Serpentina.**

Generalmente alterata e pochissimo coerente, qualche volta compatta ed omogenea, sempre di colore verde-fosco, la serpentina del Romito mostrasi aspersa di numerose masserelle pirosseniche a struttura lamellare con colore variabile dal verde cupo al verde-biancastro e con lucentezza sulle faccie di sfaldatura, ora marcata molto, ora appena accennata. È inoltre attraversata da sottili vene più o meno sinuose e con andamento irregolare di crisotile, facilmente riconoscibile pel suo aspetto fibroso, pel suo colore bianco-argentino e pel suo speciale splendore. La frattura della roccia, quando essa non si presenti alterata, è scheggiosa; la polvere è bianca; il peso specifico infine varia da 2,48 a 2,50.

Le sezioni sottili di tal serpentina, esaminate al microscopio, manifestano che la roccia ha, come tutte le serpentine peridotiche, struttura reticolare con maglie assai regolari di forma arrotondata. La trama delle maglie (tav. II, fig. 4) è costituita da tanti nastri diversamente piegati, assai larghi e tinti leggermente in verdastro; e la parte centrale di esse è riempita da un minerale in grossi frammenti cristallini di un verde intenso, non pleocroico e con rilievo; minerale che originariamente doveva essere peridoto, ma che del peridoto non conserva più alcun carattere. A nicol incrociati la maggior parte di quei nastri si colorano in giallastro, gli altri pochi in grigio-azzurrognolo e, presentando polarizzazione d'aggregato, impartiscono così alla roccia un bellissimo aspetto; mentre la sostanza impigliata nell'interno delle maglie si comporta come una sostanza colloide; infatti, girando il piano portaoggetti del microscopio, rimane sempre estinta. In mezzo alla massa serpentinosa così

formata, notansi in talune sezioni a luce polarizzata delle vive e intense macchie azzurre; colorazione che Zirkel crede nelle serpentine dovuta alla presenza di minutissime particelle metalliche distribuite in tutte le direzioni [1].

Interposti alle maglie scorgonsi residui di un pirosseno trimetrico, forse *bastite*, sempre però profondamente alterata in serpentino. Si presenta in assai grandi lamine cristalline a contorni irregolari (tav. II, fig. 4) e perfettamente trasparenti, solcate da tante sottili e ravvicinatissime strie parallele. Possiede tal pirosseno evidente pleocroismo da un verde-oliva, quando la striatura è collocata parallelamente alla sezione principale del nicol, ad un verde-giallastro, normalmente; e colori d'interferenza, in tuoni giallicci ed azzurrognoli, assai bassi.

Non molto diffuso è in tal roccia il *crisotile* in forma generalmente vermiculare e scarsamente rappresentata pure la *magnetite* in vari e piccoli grani sparsi sulla massa serpentinosa; e ciò al contrario che nelle altre serpentine osservate, nelle quali e magnetite e crisotile prendono grande sviluppo, l'una annidandosi molto regolarmente intorno intorno alle maglie e attraversando l'altro in espanse vene la massa serpentinosa.

β) **Ofisilice.**

Quando alla serpentina si aggiunge la silice la roccia appare allora formata da una pasta omogenea verde-biancastra a frattura irregolarmente scheggiosa, che è attraversata in qualche punto da grosse vene di silice. In tal caso la roccia assume una consistenza maggiore e un peso specifico pure maggiore uguale a 2,62.

Al microscopio questa ofisilice presenta gli stessi elementi costituenti della serpentina, ai quali naturalmente si aggiunge la *silice*. Questa è sotto forma di silice opalina e di silice cristallina; l'una, completamente estinta a luce polarizzata, forma quelle grosse vene che attraversano la roccia; l'altra presentasi in aggruppamenti di cristallini a contorni corrosi, orientati in tutte le direzioni, con colori d'interferenza, ora gialli, ora azzurrognoli; cristallini che mescolati intimamente col *serpentino*, scarso rispetto alla silice, formano con questo un minutissimo impasto, macchiato qua e là in giallastro per *limonite*.

---

[1] F. Zirkel. — *Lehrbuch der Petrographie*. 1894.

NEBBIAIA

Serpentina.

La massa di serpentina di Nebbiaia (23 chilometri circa a S.-E. di Livorno) ha una grande estensione e sviluppo; raggiunge infatti in lunghezza circa 2 chilometri, ed è interposta regolarmente alle rocce sedimentarie terziarie, che costituiscono i contigui monti.

Consta essa serpentina di una pasta omogenea, ruvida al tatto, di colore verde-cupo traente al nero, ed è rivestita in vari punti da una sostanza giallo-verdastra steatitosa. Ad occhio nudo non vi si possono scorgere traccie di pirosseno. La sua frattura è, come di solito in tutte le serpentine, scagliosa-concoide; la polvere ne è bianca; ed il peso specifico medio è di 2,55.

L'esame microscopico svela che, quantunque anche questa roccia mostri struttura reticolare a maglie (tav. II, fig. 5) e spetti quindi alle serpentine peridotiche, differisce un poco dalla serpentina del Romito precedentemente studiata; e ciò principalmente rispetto ai minerali costituenti che sono in questo caso: serpentino, crisotile, magnetite, cromite, rutilo, oligisto; nelle preparazioni osservate non potei mai notare residui di pirosseno.

La porzione esterna di ciascuna maglia (tav. II, fig. 5) è formata da un lucente tessuto fibroso, i cui lunghi, ravvicinati ed esilissimi filamenti si rivestono a luce polarizzata di colori bluastri molto chiari e, mostrando polarizzazione d'aggregato, si dividono in tante frappe, che, girando il piano porta-oggetti del microscopio, rimangono alternativamente illuminate ed estinte. Esaminati colla lamina di gesso quei filamenti risultano otticamente positivi, avendo parallelamente alle fibre l'asse di minima elasticità ottica; conviene quindi riferirli al *crisotile.* Essi racchiudono, avvolgendolo, un minerale minutamente granuloso come disseminato di una polvere brunastra, che a forte ingrandimento si risolve in tanti piccoli grani scuri; tal minerale, a nicol incrociati, rimane costantemente estinto.

Sui bordi delle maglie osservansi abbondanti particelle metalliche nere, tenuissime, riferibili in gran parte a *magnetite* ed anche a *cromite*, secondo un saggio chimico fatto attestantemi la presenza del cromo nella roccia; l'una e l'altra depositatesi in seguito alla trasformazione della originaria roccia peridotica in serpentina.

Quali minerali accessori sono a considerarsi *rutilo* e *oligisto*, ambedue frequenti, ma in dimensioni sì piccole che occorre forte ingrandimento per distinguerli. Il rutilo in cristallini di forma prismatica o aciculare se semplici, di forma varia se geminati, con grandezza variabile da mm. 0,01 a mm. 0,1, ha colore verde-giallognolo e forte rilievo. L'oligisto è in granellini arrotondati di color rosso rubino e trasparenti.

Un accurato saggio chimico mi svelò nella roccia traccie di nichel.

Unitamente alla serpentina di Nebbiaia va considerata una bella varietà di *ranocchiaia*, la quale si presenta con un aspetto zonato per l'alternarsi di strati paralleli giallastri più espansi con strati nero-bluastri meno sviluppati. L'esame microscopico fa riconoscere che il colore giallastro è dovuto a serpentino reticolare privo affatto di magnetite, mentre il colore cupo a serpentino mascherato completamente da grani e plaghe di magnetite; cosicchè nelle sezioni sottili si hanno tratti che di questa mancan del tutto, interposti a tratti che ne sono invece ricchissimi.

Per gli altri caratteri, sia pei minerali costituenti, sia pel loro modo di presentarsi, non differisce affatto dalla serpentina or ora descritta.

MONTE CORBOLONE

Serpentina.

È formata da una pasta molto compatta ed omogenea verde-cupa quasi nera, dolce al tatto, la quale mostrasi riccamente attraversata da sottili vene di crisotile con andamento parallelo. Abbondanti masserelle pirosseniche di color verde-chiaro, sfaldabili e lucenti sono disseminate inoltre nella roccia. Talora poi la serpentina è minutamente chiazzata in verde-biancastro (colorazione dovuta a serpentino privo affatto di magnetite), formando così una bella varietà di *ranocchiaia*. La frattura della roccia, tanto se si tratti di serpentina compatta, quanto di ranocchiaia, è scagliosa o, per meglio dire, scagliosa-concoide; la polvere è biancastra; il peso specifico uguaglia 2, 5.

Ridotta la roccia in sezioni sottili ed esaminate queste con una semplice lente d'ingrandimento vi si vedono sopra un fondo giallo-verdastro delle venature nere principali di magnetite, che, ramificandosi ed anastomizzandosi in svariatissimi modi, formano una minuta tessitura reticolare. Tale struttura ancor più chiaramente si appalesa coll'esame microscopico, pel quale, entro le maglie così formate dalla magnetite, vedesi impigliato (tav. II, fig. 6) un minerale torbido per profonda alterazione e opaco, che mostra colore giallo-grigiastro, non uniforme però, presentando mille graduali sfumature che gli danno un aspetto zonato; esso non dà indizio di pleocroismo, e, può quasi dirsi, non ha alcuna azione sulla luce polarizzata; sovente è circondato come da un nastrino di crisotile.

Ma il *crisotile,* più che nel modo ora detto, si trova in vene che attraversano la massa serpentinosa (tav. II, fig. 6). Senza colore, splendente per riflessione, mostrasi a luce polarizzata formato da sottili e serrate fibre parallele, talora sinuose e spesso separate da filamenti di magnetite. I suoi colori d'interferenza sono alti nel verde, nel giallo, nel rosso. Il con-

tegno ottico di sostanza trimetrica e positiva conferma la fattane determinazione.

Il *pirosseno* al microscopio presenta tutti i caratteri della *bastite*. Le sue lamine cristalline, infatti, molto espanse ed irregolari, frapposte e confuse nella massa serpentinosa, son formate apparentemente da tante fibre parallele, fra cui stanno dei minutissimi granuli, per la massima parte opachi e terrosi; si presentano tinte in un verde pallidissimo con pleocroismo appena sensibile; offrono una certa lucentezza, se osservate a luce riflessa; ed hanno infine colori d'interferenza assai bassi (azzurrognoli ove sono meno alterate, giallastri e rosso-vinati se serpentinizzate) ed estinzione a 0°.

La *magnetite*, notevolmente sviluppata in questa roccia, onde appunto la colorazione cupa che questa assume in massa, è al solito di formazione secondaria; e si distribuisce o in grani tenuissimi, quasi a guisa di polvere, allineati a formare l'intrecciatissima trama del reticolato serpentinoso, o in plaghe maggiormente sviluppate in contatto del pirosseno e specialmente del crisotile. Presenta essa i soliti caratteri, si mostra, cioè, opaca e di un colore nero-azzurrastro a luce comune, mentre a luce riflessa si offre col suo caratteristico splendore. Se non che qualche rara volta in alcuni punti, e preferibilmente nelle parti periferiche dei grani, assume una colorazione giallo-rossastra, dovuta ad un principio di limonitizzazione.

Unitamente alla magnetite va constatata nella roccia la presenza di *cromite*, a giudicarne da un saggio chimico fattone, saggio che mi svelò la presenza del cromo in questa serpentina.

Sono inoltre presenti nella roccia traccie di nichel.

Dai caratteri macroscopici e microscopici, che la serpentina di Monte Corbolone presenta, sembrami possa annoverarsi a quella varietà di ofioliti che il Savi (1), chiamava diallagiche, ma che il Cossa (2) più tardi riconobbe come bastitiche per la presenza in esse di residui di bastite, anzichè di diallagio, ammettendo però possibile la derivazione di quella da questo. Alla stessa categoria appartiene pure la serpentina del Romito precedentemente descritta ed anche probabilmente la serpentina

(1) P. Savi. — Op. cit.

(2) A. Cossa. — *Ricerche chimiche e microscopiche*. Torino 1881.

di Nebbiaia, quantunque nelle sezioni osservate di questa roccia non abbia mai trovato resti di pirosseno. Certo si è che in esse la mancanza assoluta di peridoto, dalla cui alterazione sono principalmente derivate, siccome dimostra la struttura reticolare che tutte presentano, ed i frequenti residui invece di pirosseno affermano che la trasformazione del peridoto ha preceduto o per lo meno superato quella del pirosseno.

Questo studio mi porta a concludere che le grandi masse di serpentina dei Monti Livornesi derivino da rocce peridotiche, anche se queste non tutte della stessa specie, come posson far supporre le differenze fra i minerali che accompagnano il serpentino. Ci fa però al tempo stesso riconoscere che anche per altra via può essersi originato il serpentino, che, come prodotto secondario, si trova nelle rocce feldispatiche (gabbri e diabasi), connesse alla serpentina stessa e nelle quali è evidente la sua derivazione da un minerale pirossenico, talvolta persino dallo stesso plagioclasio. Questi resultati sono d'accordo con quanto rispetto alle serpentine di questi stessi monti già avevano osservato il Lotti (1) e altri, fra i quali giova ricordare il dott. Busatti (2) che constatò la presenza della lherzolite fra le rocce serpentinose dei Monti Livornesi.

Il carattere eruttivo di queste rocce sembra evidente dal loro modo di presentarsi e dall'insieme di tutti i caratteri loro; e come eruttive le riconobbero Savi e Meneghini che distinsero due eruzioni di serpentine, l'una diallagica (oggi bastitica) più antica, l'altra senza diallagio più recente, inquinata spesso di silice (ofisilice) e di carbonato di calcio (oficalce); ammettendo poi che fra i limiti di queste due eruzioni, dalla creta al miocene, fosse avvenuta quella dell'eufotide prima, indi della diabase, da loro considerata come diorite (3). Come eruttive le ritengono anche De Stefani (4), Lotti (5) e quanti altri seppero

---

(1) B. Lotti. — *Contribuzione allo studio delle serpentine italiane e della loro origine.* Boll. R. Com. geol. 1883.

(2) L. Busatti. — *Della Lherzolite di Rocca Sillano (Monte Castelli) e Rosignano (Monti Livornesi).* Memorie della Soc. Tosc. di Sc. Nat. 1889.

(3) Savi e Meneghini. — Op. cit.

(4) C. De Stefani — *Rocce serpentinose della Garfagnana.* Boll. R. Com. geol. 1876.

(5) B. Lotti. — Op. cit.

apprezzare al loro giusto valore l'insieme dei caratteri, onde si distinguono da altre rocce della stessa natura mineralogica, ma di origine sedimentaria metamorfica.

Il LOTTI [1] ammette che l'eruzione sia avvenuta sul fondo del mare eocenico con successive fasi; avendosi avuto in una prima la lherzolite, da cui poi la serpentina, in una seconda eufotidi e diabasi.

Le osservazioni del LOTTI concordano con quelle dell'JUDD [2] per la Scozia e l'Irlanda, con quelle recentissime dell'ing. TRAVERSO circa le rocce ofiolitiche della Valle di Trebbia [3] e di molti altri per altri paesi. Il progresso degli studi, di cui si valsero questi osservatori, fece modificare alquanto le prime vedute sui reciproci rapporti genetici di queste rocce e sulla loro costituzione e mutamenti sofferti; ma rimane pur sempre il fatto dell'eruzione quale già fu ammesso dal SAVI e dal MENEGHINI. Gli aspetti diversi di queste rocce sono in gran parte dovuti ad effetti diversi di alterazione sofferta, alterazione i cui gradi appaiono in ragione dei precipui materiali che originariamente le costituirono, come l'olivina, i pirosseni, i plagioclasi.

Mi basta di avere accennato questi fatti; sarebbe per me ardire se volessi addentrarmi ulteriormente in una discussione sull'origine e sull'età di queste rocce.

Questo studio petrografico, presentato per tesi di laurea, fu compilato nel Laboratorio di Mineralogia della R. Università di Pisa; e al direttore prof. A. D'ACHIARDI, e al dott. G. D'ACHIARDI intendo qui esternare i sensi miei più vivi di gratitudine per il valido aiuto prestatomi.

Pisa, giugno 1896.

---

[1] B. LOTTI — *Descrizione geologica dell' isola dell' Elba.* 1886.

[2] B. LOTTI — *Paragone fra le rocce ofiolitiche terziarie italiane e le rocce basiche terziarie della Scozia e dell' Irlanda.* Boll. R.° Com.° geol.° 1886.

[3]. S. TRAVERSO. — *Sulle rocce della Valle di Trebbia.* 1896.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II.

Fig. 1. *Eufotide del Romito.* Ingr. 22 diam. Nicol incrociati. Plagioclasio silicizzato e diallagio.

» 2. *Iperstenite del Romito.* Ing. 22 diam. Nicol incrociati. Plagioclasio a struttura lamellare polisintetica; iperstene; sostanza serpentinosa.

» 3. *Diabase del Romito.* Ingr. 22 diam. Luce ordinaria. Microliti di plagioclasio rincalzati dall'augite uralitizzata.

» 4. *Serpentina del Romito.* Ingr. 22 diam. Nicol incrociati. Serpentino nastriforme e plaghetta di bastite.

» 5. *Serpentina di Nebbiaia.* Ingr. 22 diam. Nicol incrociati. Serpentino a maglie.

» 6. *Serpentina di Monte Corbolone.* Ingr. 22 diam. Luce ordinaria. Vena di crisotile con magnetite in serpentino reticolare.

G. D'ANCONA

DELLA CHIMICA COMPOSIZIONE DEGLI SCISTI GALESTRINI E DI UNA PROVA DI DEBBIO IN ESSI ESEGUITA

I.

Lo studio delle proprietà fisiche e della chimica composizione dei singoli terreni, che formano il nostro suolo agrario, per quanto vada sempre più completandosi, coll' estendersi a molte varietà di essi, su non tutti pure è stato ancora condotto con giusti metodi di esperimentare, e, a mio credere, uno dei terreni che, sino adesso ha sfuggito alle ricerche degli studiosi, è il Galestro. Di questa roccia, pur abbastanza comune in Toscana, ed in special modo nella provincia di Firenze, non mi fu dato trovare nè analisi fisico-chimiche, nè chimiche complete, ma solo alcune sommarie, una, inserita nella *Geologia del Monte Pisano* (1) del prof. Carlo De Stefani, compiuta dai dottori Funaro e Martini, altre due dovute al prof. Emilio Bechi e publicate nei suoi: *Saggi di Esperienze Agrarie* (2), ed infine tre del conte prof. Napoleone Passerini in una nota recente: *Esperienze di concimazione del frumento nei terreni galestrini* (3). I dati di queste analisi saranno esposti a luogo opportuno, ma non sono essi per certo molto corrispondenti ai resultati che, nelle analisi eseguite, ho ottenuti: reputo però non vada tal fatto ad altro attribuito, se non alla composizione chimica svariatissima, che anche al semplice sguardo apparisce, della nostra roccia. Persuaso quanto debba ad ogni buon agricoltore inte-

(1) Memorie del Comitato Geologico Italiano, Anno 1876, Cap. I, pag. 94.

(2) E Bechi. — Saggi di Esperienze Agrarie Fasc. IX. Firenze, Succ. Le Monnier 1891, pag. 451.

(3) Stazioni Sperimentali Agrarie. Vol. 28, anno 1895, pag. 737.

ressare di conoscere l'intima costituzione di ciò, che a lui porge vita e lavoro, deliberai di prendere ad esaminare gli Scisti Galestrini, dedicandomi più specialmente a ricercarne la chimica composizione. Avendo poi avuta occasione di eseguire, sopra un terreno galestrino, una prova di Debbio, ho pensato a questo studio generale sulla roccia, di aggiungere i resultati ottenuti in tal prova speciale, che, ove divenisse pratica comune fra i nostri agricoltori, con poco dispendio, potrebbe ai nostri campi impoveriti, arrecare non insensibile vantaggio. Passerò adesso, con brevità, in esame i galestri mineralogicamente, geologicamente e topograficamente.

II.

Come può definirsi il galestro? Ecco ciò che ne dicono gli autori: " Pietra di diversi colori (per lo più rosso, bigio e tufaceo) " che si fende in pezzetti e scaglie untuose e lucenti ", scrive il Targioni-Tozzetti (1): " I Galestri sono una sorta di pietra in " Toscana ed altrove, che si spicinano in piccolissimi pezzetti " e tirati su all' aere e al sole incotti e macerati dall' acqua, " ritornano a diventar pura terra ", leggesi nel *Trattato* del Soderini (2): — " Sorta di pietra composta di argilla mescolata " con carbonato di calce, la quale all'aria si sfalda e si riduce " in pezzi minuti e angolati " tale spiegazione trovasi al vocabolo " *Galestro* " nel pregiato *Dizionario di Agricoltura* Canevazzi-Marconi (3); " Schisti a sverze *(Grieffelschiefer)* contrad- " distinti per doppia trasversale schistosità ", scrive il prof. A. D'Achiardi nella sua *Guida al Corso di Litologia* (4) e nella sua opera di ugual titolo il prof. L. Bombicci (5) dedica un intero paragrafo alle argille galestrine, nel quale fa notare ancora i caratteri che le connettono colle argille scagliose da una parte, cogli schisti galestrini dall' altra: infine tutti i geologi, ed in

---

(1) Targioni-Tozzetti. — *Relazione di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, ecc. Firenze 1768-78.

(2) *Trattato di Agricoltura* di Giovanvettorio Soderini. Firenze 1811.

(3) Canevazzi-Marconi. — *Vocabolario di Agricoltura*, Rocca San Casciano, Cappelli 1892.

(4) D'Achiardi. — *Guida al Corso di Litologia.* Pisa, Spoerri, 1888.

(5) Bombicci. — *Corso di Litologia.* Bologna, Zanichelli, 1885.

particolare quelli che ebbero ad occuparsi dei terreni della Toscana, Liguria ed Emilia, nei loro scritti, con fini diversi, menzionano la nostra roccia (1). E senza stare qui a riportare tutte le ipotesi emesse, le opinioni validamente discusse e sostenute, può concludersi che i galestri sono roccie sedimentarie appartenenti tanto all'epoca secondaria superiore, periodo cretaceo, quanto alla terziaria inferiore, periodo eocenico. Il colore ne è variabilissimo e svariatissimo: se ne hanno grigie, come le vere e proprie argille ordinarie, rosse, brune, violacee, gialle, bluastre, cenerino-verdognole, a seconda dello stato particolare del ferro, o del manganese o delle materie carboniose in prevalenza mescolate. Notevole arrossamento come osservano il Savi e Meneghini (2) degli scisti galestrini può anche dipendere da azioni metamorfiche cui andaron sottoposti e che contribuirono altresì a renderne molto più dura la sostanza argillosa: e qui anzi i due illustri scienziati si pongono la questione, se l'arrossamento sia causato " per un cambiamento nel grado " di ossidazione del ferro a loro proprio, o se per esservisi in- " trodotta dose maggiore di questo metallo: „ e poichè non viene data risposta a tale domanda, oso esprimere la mia remissiva opinione, che cioè causa principale del fenomeno sia il primo fatto, cui essi accennano, senza però escludere che il secondo pure possa in minor misura contribuirvi. Nella scelta dunque dei campioni da sottoporre all' analisi chimica fu mia cura di provvederne di colorazione diversa, come a suo luogo sarà esposto, per avere una conoscenza più estesa su questa roccia, che presentando proprietà fisiche abbastanza costanti, è di tanto svariata chimica composizione. Giova intanto non dimenticare di aggiungere, che gli scisti galestrini non formano già accumulazioni di grande estensione, ma sono come macchie, qua e là, disseminati nelle roccie eoceniche e cretacee in generale, intercalati più particolarmente colle Arenarie, coll'Alberese e colla Pietraforte (Savi e Meneghini).

III.

In tutta la Toscana abbiamo abbondanti formazioni di roccie argillose galestrine: mi fu dato di verificarne la presenza

(1) Estesa bibliografia può trovarsi nella Memoria del prof. G. Trabucco: *Sulla posizione ed età delle argille galestrine e scagliose del Flysch*, ecc. Firenze, Ricci, 1896.

(2) *Considerazioni sulla Geologia stratigrafica della Toscana.* Cap. VII.

nei Monti Pisani (non troppo di frequente però, e specialmente verso Rigoli e Ripafratta) ed in quelli oltre Serchio della stessa catena, nei monti Lucchesi e della Versilia. In provincia di Firenze ve ne sono un po' dappertutto, cominciando dal confine suo in Val di Nievole, e presso Pistoia, e a Montorsoli e alle Caldine, in Val di Mugnone, e sopra Fiesole a Burgunto e sul monte Magherini, e, sotto Firenze, nelle colline che fiancheggiano il Valdarno Inferiore e in Val di Pesa, e sopra Firenze, nel Valdarno superiore, e nel Mugello sino alle vette principali dell'Appennino (ne ho visti depositi a poca distanza dalla cima più alta della Falterona e precisamente sopra a Castagno). E finalmente nei Monti così detti " Chiantigiani „ tra il Valdarno di Sopra e l'ubertosa regione del Chianti, ne trovai roccie da potersi dire veramente *tipiche*, e su tali formazioni di Cintoia mi fermerò un momento a discorrere, come quelle che hanno fornito i campioni per le ricerche chimiche.

Il prof. Giacomo Trabucco nel fascicolo I, del Vol. XV (anno 1895) " del Bollettino della Società Geologica Italiana „ pubblicò una nota *Sulla vera posizione dei terreni eocenici dei Monti del Chianti*, in cui combatte le ipotesi stratigrafiche e le conclusioni dell' ingegnere Bernardino Lotti, nella sua *Relazione sul rilevamento eseguito in Toscana nell' anno 1895* dalla qual relazione apparirebbe che la zona dei galestri, ricoperta a tratti in discordanza da calcari policromi e screziati nummulitici, che da Cintoia segue fino a Luculena, Dudda, Torsoli apparterrebbe al Senoniano, e sarebbe sottoposta alle Arenarie. Non entrerò ad esaminare le due opposte opinioni, chè non sarebbe compito mio, ma accetterò senz'altro la conclusione del Trabucco, come quella, che a me pure sembra più conforme alla realtà del fatto, e che cioè: " gli scisti policromi (galestri) " con brecciole nummulitiche, intercalati con calcari che di- " vengon nummulitici alla base, filaretti di calcare psammitico " e strati scontinui di breccia cloritico-serpentinosa, talora ri- " coperti da calcari varicolori e calcari screziati nummulitici, " non si intercalano mai coll' arenaria macigno, ma giacciono " sull' arenaria stessa „.

Così da Figline salendo pel versante Valdarnese dei monti Chiantigiani, trovasi ad un quarto circa dell'altezza di tutto il colle, da me preso a descrivere, il Ponte degli Stolli, volgar-

mente detto “ Ponte del Diavolo „, il quale poggia sopra due masse di arenaria. L'arenaria continua in alto sino a Dudda, ed in basso abbiamo una zona dal Trabucco detta: “calcareo-argillosa-nummulitica „, zona questa che seguita da una parte in tutta la vallata in mezzo alla quale siede Luculena, dall'altra per la valle di Cintoia (nel versante opposto che guarda Firenze) ne ricopre il fondo, e parte degli opposti colli sino a Mugnana e Strada. Il M. Moggio ed il M. S. Giusto sono i due monti in mezzo ai quali trovasi Cintoia: il primo è costituito quasi per intero dalla solita arenaria, intercalata cogli scisti galestrini, che ricoprono un non breve tratto della base, lungo il Borro, mentre se ne osservano a varia altezza qua e là altre più piccole macchie nel M. S. Giusto, nel versante opposto del quale si ritrovano in larga copia i galestri presso la villa Marzichi, sotto il M. Collegalli. E già prima, nel passo che da Dudda mette nella vallata di Cintoia, nel luogo detto Sugame, sotto la chiesa di Cintoia Alta, la strada, nuova, tracciata solo da pochi anni, attraversa per lunghi tratti formazioni galestrine, di tutti i colori di cui si abbiano esempi, ma per lo più di color rosso violaceo, tantochè tale colorazione ha pur preso il piano stradale. E questa formazione galestrina, tanto nella valle di Cintoia Alta (chiamando così, quella in fondo alla quale siede Dudda, ossia nel versante volto al Valdarno) quanto nella valle di Cintoia Bassa (così denominando quella all'altra opposta) è sempre adagiata in concordanza sul Macigno, e tale la si ritrova nel Pian della Vite, a Nord di M. Moggio, e più a Nord ancora nel Poggio alla Croce, e sotto M. Scalari e all'Incisa, e, in parte affatto opposta, alla sinistra di Greve, presso Panzano, nei due versanti del colle, che si alza tra la Greve e la Pesa. E questo per dir solo dei luoghi da me stesso visitati o pei quali sono in questi ultimi tempi casualmente passato: ma se si volesse esattamente compilare una nota delle località, ove nei terreni eocenici dei monti del Chianti, si hanno formazioni di galestro, ben lunga sarebbe la serie, perchè molto di frequente se ne rinvengono.

IV.

I campioni prescelti da sottoporre all'analisi fisico-chimica e chimica provenivano da due località ben distanti l'una dal-

l'altra: gli uni da Cintoia, come già è stato detto, gli altri dal M. Magherini e da Burgunto, sopra Fiesole, dovuti alla cortesia del dott. Olinto Marinelli di Firenze, che gentilmente si incaricò di provvederli: senonchè il tempo ristretto mi ha permesso di esaminare solo i primi. Furono questi adunque presi il 28 febbraio 1895 nei terreni della Fattoria di Cintoia, di proprietà dell' onor. march. Paolo Ricci, deputato al Parlamento.

Il campione distinto col n. 1 è una roccia color verde cenere, tolto da un deposito non piccolo lungo la strada maestra, presso Spedali, a forse un chilometro dalla Fattoria: nel disfacimento di esso, inferiormente, era assai in esteso coltivato il Giaggiolo: per buona precauzione non fu tolto alla superficie, ma circa 20-40 cm. da essa.

Il campione distinto col n. 2 è la terra nel suo strato coltivabile, ossia sino ai 30 cm. dalla superficie, di un campo presso la Villa: il campo era allora a lupinella, seminatavi dopo il grano, usandosi nella Fattoria l' avvicendamento quadriennale comune del fiorentino. La terra fina poi fu in laboratorio separata dallo scheletro, il quale, reso in polvere, fu esaminato a parte, formando il campione n. 3: sono entrambi di color rosso fegatoso.

E finalmente il campione n. 4 è un sottosuolo, ossia terra dai 30-60 cm. dalla superficie, di color giallo-bruno, e fu preso in un campo prossimo a quello da cui fu tolto il n. 2, di identica apparente costituzione: destinato a vanga, non era stato in quel punto ancor lavorato.

Dalle informazioni gentilmente fornitemi dall'agente di allora della Tenuta, sig. Ulisse Fratticioli, ho potuto rilevare che tali campi non hanno mai avuto chimiche concimazioni, ma sempre letame di stalla, ed in quantità anche deficiente, dovendosene la massima parte destinare al governo delle piante, da cui nel luogo si trae il maggior profitto: per tal modo il campo, per così dire, n. 2 da almeno due anni, e il n. 4 da quattro, non avevano ricevuto concimazione alcuna. E perchè i campioni risultassero *normali*, ossia corrispondessero alla media composizione del terreno, furono seguite le ben note regole: furono cioè scavati qua e là dei fori rettangolari della profondità di 30 cm. e da una delle pareti tagliate fette verticali, dalle quali, me-

scolate ben bene, fu prelevato il campione di circa kg. 2, che seccato all'aria e racchiuso in sacchetto di tela, fu poi portato al laboratorio.

V.

Per eseguire l'analisi chimica e fisico-chimica era necessario poter operare su polveri finissime: ad ottener ciò, mentre nei campioni n. 1 e n. 3 bastò col mortaio rendere in polvere 500 gr. di roccia passandola poi attraverso a staccino di rete metallica con maglie di $^1/_4$ di mm., nei campioni invece n. 2 e 4 dovette separarsi la terra fina, che rappresenta la *polpa* dello strato coltivabile, dallo scheletro, od *ossatura* del terreno stesso. Tale separazione, pur essendo lavoro lungo, specialmente in terreni, come i nostri, argillosi, si fa facilmente, ponendo la terra in uno staccino, in cui cada un getto d'acqua lento e continuo, sino a che, agitando bene con un pennellino di setola rigida, non cessa di trasportare materiali terrosi l'acqua, che si raccoglie in recipiente sottostante e che vien poi evaporata. La terra fina, come può vedersi dall'unita tabella, nel n. 2 è contenuta nella proporzione del 39 %, mentre solo il 24,5 % ne contiene il n. 4: se già bassa è la cifra del n. 2, bassissima è quella del n. 4. Nello scheletro non sono contenuti quasi affatto resti organici: per la massima parte è costituito da sabbia grossolana e ciottoletti di natura prevalentemente silicica, perchè di essi solo una minimissima parte, che non fu neppure determinata, era solubile in acido cloridrico. Sarebbe stato mio desiderio sopra lo scheletro dei due campioni istituire indagini mineralogiche, ma dopo ripetute prove (nel Gabinetto di Mineralogia della R. Università) dovette rinunziarsi ad ottenere da essi una sezione, a causa della poca resistenza e della troppa sfaldabilità dei frantumi della roccia. Furono esaminate allora al microscopio le polveri dei quattro campioni, e in esse non fu dato rinvenire nessun carattere speciale oltre quelli marcatissimi delle argille comuni, caratteri questi che apparvero ancor più manifesti confrontando le nostre preparazioni con altre di caolino e di argilla pura, tolte dalle collezioni del Laboratorio.

I. — Separazione dello scheletro dalla terra fina.

SCHELETRO	N. 2	N. 4
Ciottoletti di diametro superiore a 10 mm. Gr.	45	80
» » » a 5 » »	80	215
» » » a 2 » »	280	345
Sabbia grossolana inferiore . a 2 » »	205	115
Totale dello Scheletro . . . Gr.	610	755
Terra fina . . . . »	390	245
Gr.	1000	1000

VI.

Analisi fisico-chimica.

L'analisi fisico-chimica fu eseguita secondo il metodo dettato da Teodoro Schlösing, ormai da anni accettato, e riconosciuto come più esatto di tutti gli altri per l' innanzi (ed anche in appresso) proposti; nelle varie operazioni analitiche furono fedelmente seguite le *Norme per l'analisi delle materie di uso agrario* pubblicate dal laboratorio di Chimica Agraria della nostra Università.

La *sabbia silicea*, come può vedersi nel quadro della pagina seguente, si mantiene in quantità abbastanza uniforme nei primi tre campioni (dal 70, 95 al 74, 23 $^0/_0$), mentre è assai più bassa nel quarto, in cui scende al 64, 47 $^0/_0$, perchè in questo in proporzione degli altri maggiore è contenuta la sostanza argilliforme. Questa sabbia, separata colla levigazione dall'argilla, e seccata a 110° C., non cambiò gran che dal primitivo colore della polvere: all' esame microscopico apparvero in essa frantumi informi, non cristallini: nessun carattere speciale si presentò degno di nota e di accurata osservazione. In questa *sabbia*, cui fu data la denominazione convenzionale di *silicea*, ma che è ben lungi dall'essere pura silice, determinai quest'elemento ed ebbi le seguenti quantità percentuali:

N. 1	N. 2	N. 3	N. 4
63, 12	63, 56	65, 32	67, 92

La *sostanza argilliforme* è in giusta quantità per la buona fertilità del terreno: varia dai 13, 10 ai 16, 47 $^0/_0$ nei n. 1-3, sale sino ai 23, 33 nel 4.°: il sottosuolo adunque è notevolmente più argilloso dello strato coltivabile. Raccolta in masse giallastre, quest'argilla era di apparenza lucida, untuosa al tatto, facile a rompersi: non presentò nessun frantume cristallino, esaminata con cura.

Di *carbonati terrosi*, determinati come carbonato di calce, scarseggiano assai tutti e quattro i campioni, e più quelli di terra che non i due di roccia: si va da un minimo di 1, 5 $^0/_0$ nei primi, ad un massimo di 4, 5 $^0/_0$ nei secondi.

Pure in quantità non alta sono contenute le *sostanze organiche*, determinate per perdita a fuoco insieme colle materie che si volatilizzano al calor rosso: più ricco ne è il n. 4, in cui oltrepassano il 5 $^0/_0$: a tal cifra si avvicinano nel 2 e nel 3, raggiungono appena il 3, 7 $^0/_0$ nel n. 1.

E finalmente l'*acqua igroscopica*, la troviamo in quantità assai costante: non arrivando in tre campioni al 4 $^0/_0$, sorpassa solo di poco tal cifra nel quarto.

II. — Analisi fisico-chimica.

	N. 1	N. 2	N. 3	N. 4
Sabbia silicea	74.230	71.120	70.950	64.470
Sostanza argilliforme.	13.102	16.470	14.840	23.230
Carbonati terrosi	4.502	1.800	3.900	1.534
Sostanze organiche e volatili . .	3.700	4.860	4.940	5.040
Acqua igroscopica a 110° C. . .	3.300	3.900	4.540	3.940
Sostanze non determinate e perdita (per differenza)	1.166	1.850	0.830	1.786
	100.000	100.000	100.000	100.000

VII.

Analisi chimica.

Contemporaneamente alle analisi fisico-chimiche vennero da me condotte a termine le quattro analisi chimiche complete graduate: fu possibile così conoscere la proporzione centesimale

di ogni elemento costituente del suolo, e in quale stato di maggiore o minore assimilabilità ciascuno di essi si trovi. Poichè sappiamo che, sottoponendo la terra gradualmente all'azione di liquidi dissolventi acidi, dapprima deboli, poi energici, il complesso delle sostanze disciolte dai primi, ci indica la quantità delle materie prontamente assimilabili dalle piante, ossia la *potenza attuale*, mentre il complesso di ciò che vien disciolto dai secondi, ci rappresenta la somma delle sostanze di più difficile assimilabilità, o la *potenza prossima* del terreno, ed infine che ciò che non è attaccato neppure da questi ultimi può dirsi la *riserva dei principî minerali*. Come acido debole suole preferirsi l'acetico al 5 %, secondo il suggerimento del Liebig, come energico il cloridrico concentrato bollente: ciò che anche a questo resiste, e che per la parte maggiore è costituito da silice, in varia combinazione, si determina operandone la disgregazione coi ben noti metodi del Fresenius.

Non sarà dunque inopportuno riportare in quadro speciale il complesso delle quantità da ciascun solvente disciolte nei campioni, per formar subito esatto giudizio del grado di ricchezza delle masse, da cui furono essi tolti.

III. — Analisi chimica.

	N. 1	N. 2	N. 3	N. 4
In 100 gr. di terra fina seccata all'aria si trovano solubili:				
In acido acetico al 5 %	4.116	2.597	3.144	2.641
In acido cloridrico bollente . . .	25.522	18.642	22.247	18.528
	29.638	21.239	25.391	21.169

Come adunque si vede, più ricchi di materiali prontamente assimilabili sono i n. 1 e 3, roccia inalterata l'uno, scheletro di terreno coltivabile l'altro; meno ricco è il n. 4, terra presa al di sotto dello strato coltivabile, ove solo poche radici vanno ad attingere per il consumo delle piante, e più povero di tutti ci si presenta il n. 2, tolto da un campo che da anni riceve continue e regolari culture, non bilanciate da sufficienti concima-

zioni. Giova avvertire che nelle cifre suesposte non vien compresa l'anidride carbonica che si è svolta.

Dovrei adesso senz'altro riunire in quadro generale tutti i dati nelle analisi raccolti: mi piace però innanzi riportare le cifre trovate da chi mi ha preceduto nello studio della roccia (pur non avendone avuto il diretto scopo), e ciò perchè, non essendo del tutto conformi a quelle che tra poco dovrò esporre, sono stato da esse, e per tal fatto maggiormente spronato a tentare nel presente lavoro di raggiungere la più scrupolosa esattezza, quanto mai necessaria in tutti gli studi sperimentali, e tanto più in questi. Non è mancata, posso pur dirlo, certo la buona voglia per riuscire, anzi oso sperare di esservi riuscito; quasi sempre solo la doppia prova mi ha deciso, nei casi di non assoluta sicurezza nell'esito delle operazioni analitiche ho ricorso ad una terza ed anche ad una quarta determinazione; giova tener sempre presente ciò che in principio ho avuto gia occasione di dire, che gli scisti galestrini, pur avendo caratteri fisici costanti, sono di svariatissima composizione chimica. Ed i risultati di analisi dei dott. Funaro e Martini, del prof. Bechi, e del prof. conte Passerini, confrontati tra loro e confrontati coi miei, non potranno che avvalorare questo asserto.

I. — Analisi dei dottori Funaro e Martini.

(De Stefani. — *Geologia del M. Pisano* (cap. V. pag. 94). — Memorie del Comitato Geologico Italiano, anno 1876. — Analisi di una roccia rossa di Galestro presa nel Monte di Ripafratta).

In 100 parti

Acqua	1.000	Calce	6.200
Silice	65.000	Magnesia	1.685
Ossido ferrico.	11.985	Anidride carbonica . . .	1.000
Allumina	13.050	Perdita (per differenza). .	0.080
			100.000

II. — Analisi del prof. Emilio Bechi.

(*Saggi di Esperienze Agrarie* fatte dal prof. E. Bechi. — Fasc. IX, Firenze Successori Le Monnier 1891, Pag. 451. — *Sulla composizione dei terreni della provincia fiorentina e di qualcuno di altra provincia.* Terra che proviene dallo sfacelo degli schisti galestrini, dove comincia il Valdarno Superiore, cioè presso il Pontassieve, sulla sinistra dell'Arno).

	Terra alla superfice	Sottosuolo
Acqua che si evapora a 125°	7.700	7.830
Materia organica e acqua a temper. super. a 125°	14.009	12.572
Ossido di ferro e manganese	4.380	3.300
Potassa	0.854	0.933
Magnesia	0.011	0.010
Calce.	12.786	9.176
Acido solforico e cloro	traccie	traccie
Anidride fosforica	0.121	0.144
Anidride carbonica	10.045	7.210
Azoto in stato di materia organica azotata sotto forma di ammoniaca e di acido nitrico	0.388	0.400
Silice, allumina, soda, boro, vanadio e altre sostanze non determinate	49.706	58.425
	100.000	100.000

III. — Analisi del prof. conte N. Passerini.

(PASSERINI. — *Esperienze di concimazione del frumento nei terreni galestrini.* — Stazioni Sperimentali agrarie, Vol. XXVIII - Anno 1895. Analisi di terre coltivabili di galestro rosso delle colline di Mosciano presso Scandicci).

Per 1000 parti:	A	B	C
Acqua.	59.15	45.07	73.40
Sostanze volatilizzabili col calore	—	165.82	67.38
Sostanze fisse.	—	889.11	859.22
Azoto	—	traccie	traccie
Anidride fosforica solubile in acido cloridrico	—	1.16	1.65
Cloro	—	traccie	—
Potassa solubile in acido acetico 5 °/₀	—	0.14	0.12
» » cloridrico	—	5.00	7.03
Potassa insolubile	—	7.12	—
Calce solubile in acido cloridrico	8.48	13.18	7.73
Magnesia	3.24	1.91	6.05
Anidride solforica	—	traccie	—
Ossido ferrico	95.74 (con allumina)	117.81	178.56 (con allumina)
Allumina		87.40	

Ecco ora, nel quadro qui unito, raccolti i dati delle quattro analisi da me eseguite: per esse pure furono seguite le *Norme* publicate dal Laboratorio di Chimica Agraria della nostra Università: solo per determinazioni speciali fu ricorso ad altri metodi, come poi verrà detto.

Composizione Chimica degli Scisti Galestrini.

In 100 gr. di terra seccata all' aria si trovano Sostanze	N. 1 Roccia dai 20 ai 40 cm. dalla superficie				N. 2 Terra coltivabile sino a 30 cm. dalla superfic.				N. 3 Scheletro del N. 2				N. 4 Sottosuolo dai 30 ai 60 cm. dalla superficie			
	Solubili in		Non attaccabili dall' acido cloridrico	Somma complessiva	Solubili in		Non attaccabili dall' acido cloridrico	Somma complessiva	Solubili in		Non attaccabili dall' acido cloridrico	Somma complessiva	Solubili in		Non attaccabili dall' acido cloridrico	Somma complessiva
	acido acetico 5 %	acido cloridrico bollente			acido acetico 5 %	acido cloridrico bollente			acido acetico 5 %	acido cloridrico bollente			acido acetico 5 %	acido cloridrico bollente		
Ossido di calce . . .	2,632	1,346	0,966	4,944	0,570	0,461	1,080	2,111	0,945	0,883	1,161	2,989	0,992	0,549	0,896	2,437
» magnesio .	0,149	1,275	1,148	2,572	0,240	0,381	0,540	1,161	0,362	0,397	0,694	1,453	0,093	0,838	0,737	1,668
» ferroso . . .	0,576	—	1,404	1,980	0,239	—	0,579	0,818	0,518	—	0,714	1,232	0,412	—	0,250	0,662
» ferrico . . .	—	17,443	1,336	18,779	—	13,224	0,417	13,641	—	16,601	1,122	17,723	—	13,251	0,893	14,144
» di alluminio .	0,225	2,496	2,128	4,849	0,396	2,780	2,520	5,696	0,377	2,152	2,034	4,563	0,316	1,902	2,048	4,266
» potassio . .	0,055	1,419	3,264	4,738	0,036	0,340	2,520	2,896	0,078	0,429	3,027	3,534	0,046	0,378	2,811	3,235
» sodio . . .	0,116	0,745	1,722	2,583	0,148	0,442	1,084	1,674	0,126	0,511	2,368	3,005	0,160	0,889	2,307	3,356
» manganese .	—	traccie	—	traccie	—	0,293	—	0,293	—	0,396	—	0,396	—	traccie	—	traccie
Anidride silicica . .	0,072	0,108	47,530	47,710	0,208	0,080	59,772	60,060	0,091	0,168	51,969	52,228	0,176	0,163	57,484	57,823
» solforica . .	0,179	0,158		0,337	0,504	0,308		0,812	0,484	0,294		0,778	0,370	0,078		0,448
» fosforica . .	0,082	0,532		0,614	0,120	0,333		0,453	0,102	0,416		0,518	0,072	0,480		0,552
Cloro	0,030			0,030	0,136			0,136	0,061			0,061	0,004			0,004
	4,116				2,597				3,144				2,641			
Anidride carbonica svoltasi	3,305			3,305	1,078			1,078	0,907			0,907	1,174			1,174
	7,421			92,441	3,675			90,829	4,051			89,387	3,815			89,769
Differenza tra Cl^2 e O .	0,007			0,007	0,031			0,031	0,014			0,014	0,001			0,001
	7,414	25,522	59,498	92,434	3,644	18,642	68,512	90,798	4,037	22,247	63,089	89,373	3,814	18,528	67,426	89,768
Acqua igroscopica a 110° C.				3,300				3,900				4,540				3,940
Sostanze organiche e volatili e perdita (per differenza)				4,266				5,302				6,087				6,292
				100,000				100,000				100,000				100,000
Azoto totale				0,154				0,105				0,116				0,028
Sostanze organiche e volatili (per perdita a fuoco)				3,700				4,860				4,940				5,040

Giustamente adunque, e nessuno osservando un po' con cura il quadro generale presentato col maggior dettaglio possibile nelle due pagini precedenti, può riceverne diversa opinione, sono tenuti i terreni galestrini in buon conto dai nostri pratici agricoltori, perchè provvisti assai ed in equilibrata proporzione, dei materiali di immediato e necessario consumo per la vita delle piante da noi coltivate.

Sono in special modo a sufficienza provvisti di *potassa*, e se anche dai presenti campioni non ne risulti che una minima parte in stato di pronta assimilabilità, non ne è però affatto temibile l'esaurimento, perchè anche quella che trovasi in combinazione di silicato insolubile (che nel caso nostro va da un minimo di 2, 3, ad un massimo di 3, 5 %), col tempo finisce per disgregarsi e rendersi attiva, somministrando così per lungo periodo di anni a poco a poco sali potassici solubili alla vegetazione. Non saranno perciò, almeno per gran tempo, mai necessarie in questi terreni concimazioni chimiche potassiche, le quali anzi, da esperienze ripetute dal conte prof. PASSERINI risulterebbero affatto " inattive ".

In larga copia sono pure i galestri provvisti di *anidride fosforica:* solubile in acido debole non ne risulta gran parte, solo da 0, 07 a 0, 12 %, in confronto della quantità veramente notevole che dall'analisi ci apparisce attaccata dall'acido più energico: per certo molte culture potrebbero sempre attingere da questi terreni acido fosforico, senza aver dubbio di un possibile esaurimento.

Bassa è per altro la cifra dall'analisi attribuita all'*azoto:* non deve però ciò far meraviglia, perchè nelle terre ben poco sempre se ne trova, meno ancora nelle roccie inalterate: ma a tal mancanza può facilmente rimediarsi, ove si giudichi non provveda bastantemente la natura.

Deficienti sono apparsi ancora i campioni di *calce*, e se un poco più ne contiene il n. 1, poco men che privi ne sono gli altri tre, considerata la quantità che suole esservene sempre nelle terre e l'importanza dell'elemento. Quasi quasi avrei creduto ad un possibile errore di operazione, se ad ugual resultato non fosse giunto il prof. PASSERINI, che pure ha dovuto dichiarare i galestri " poveri in calce ".

Ho voluto inoltre ricercare in qual precisa quantità si tro-

vasse l'*ossido ferroso*, tanto nocivo alla vita delle piante, vista la grande proporzione percentuale che nel galestro ha il ferro, e l'operazione fu eseguita secondo il Koenig, (1) ossidando cioè l'ossido ferroso disciolto in acido solforico al di fuori del contatto dell'aria, con soluzione titolata di permanganato potassico. Non è resultato però mai in tal copia da dubitare possa recare disturbo alle coltivazioni: più alta che nei rimanenti campioni ne è la cifra nel n. 1, come il colore stesso della roccia indicava.

L'*allumina* fu separata dal ferro secondo il metodo di Chancel (Fresenius §. 160-84) facendo lungamente bollire la soluzione acida dei due metalli con iposolfito di soda.

Sugli altri costituenti determinati nulla sembrami meriti speciale considerazione: *magnesio, sodio, manganese, silice, solfo* e *cloro* presentansi in quelle quantità normali in tutti i terreni. Oltre a questi elementi, solo qualitativamente, ho ricercato *bario, rame, litio, stronzio* ecc. : all'analisi completa, eseguita seguendo il *Metodo di analisi qualitativa* dei professori Tassinari e Antony, solo nei n. 2 e 4 ebbi chiara la reazione del rame: campioni ambedue tolti da campi con piante trattate con rimedi antiperonosporici, non può giudicarsi se ad essi possa attribuirsi l'aver trovato tracce di quel metallo.

VIII.

Prova di Debbio.

Terminata appena l'analisi del campione n. 2, di terra coltivabile tolta da un campo, ove i filari di viti erano distanti da tre a cinque metri l'uno dall'altro, come è uso in quelle colline dei dintorni di Firenze, nelle quali dal vino si trae il maggior profitto, mi venne sott'occhio la pubblicazione: *Delle vigne e della Cantina del Senatore De Vincenzi*, in cui assai in esteso vien trattato dell'efficacia del Debbio per rendere solubile quella parte di potassa, nei terreni in combinazione insolubile di silicato.

---

(1) Koenig. — *Die Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe.* Berlin. Paul Parcy, 1895, pag. 45.

Volli tentare io pure la prova, e in quei terreni stessi già esaminati per lo studio generale degli scisti galestrini, ricchissimi di potassa, specialmente di silicato potassico, fiducioso di non star per fare cosa del tutto inutile per la nostra pratica agricoltura, ove, riuscita a bene l'esperienza, i risultati di essa potessero essere una conferma, per quanto lievissima, ma pur sempre una conferma, in aggiunta a tutte le altre, dei buoni effetti che potrebbe arrecare ai nostri campi impoveriti l'abbruciamento dell'argilla, se l'uso ne divenisse comune. Illustri scienziati già si occuparono di questa importante pratica, come per citarne solo alcuni, il Dawy, il Darwin, il Lampadius, lo Sprengel, il Liebig, ma lo studio più completo sull'efficacia delle argille bruciate, come concime e come correttivo, perchè influisce ancora sulle qualità fisiche del terreno, lo dobbiamo al Voelcher, il quale nelle sue esperienze sottopose la terra a vario grado di calore e per diversa durata di tempo. Non riporterò qui tutti i dati nelle sue prove raccolti, ma i soli riguardanti la potassa, che nell'argilla allo stato naturale trovavasi al 0, 250 %, salì con leggiera combustione sino al 0, 941 %, mentre un calore maggiore ne rese solubile minor parte: si ebbe il 0, 512 e 0, 544 %.

In Toscana il Debbio è conosciuto da un gran pezzo e raccomandato nelle sue lezioni anche dal march. Cosimo Ridolfi (Lez. VI), ma ha pur troppo ben piccola applicazione, e stimo bene dire purtroppo, perchè in molti luoghi ove il terreno sia di per sè poco ferace, i trasporti dispendiosi, i proprietari non vogliano o non possano fare grosse spese, potrebbe essere utilmente tentato. Col Debbio, oltrechè vantaggio dall' abbruciamento dell'argilla, altro se ne ritrae, non grande, ma pur sempre non trascurabile, dalle ceneri del combustibile adoperato. Nelle vigne e nei campi vitati sarà necessario seguire l'esempio del Senatore De Vincenzi, il quale si serve dei sarmenti delle piante del campo stesso: viene così ad essere reso più lesto ed economico il lavoro, non dovendo provvedersi al di fuori il materiale da abbruciare.

Il Debbio, di cui presenterò i risultati, fu eseguito a Cintoia il 16 settembre 1895: a stagione così inoltrata non potendosi usare per combustibile tralci secchi di vite, dovetti contentarmi di adoperare fastella tratte dai vicini boschi, costituite

per 4/5 da scopa, pel rimanente da querciolo: per un quintale circa di terra debbiata occorsero tre fastella del complessivo peso di Kg. 25. — A Cintoia un vero e proprio Debbio non era mai stato fatto, e persino se ne ignorava il nome: solo nei disfacimenti di boschi, prima di seminare la segale, sogliono riunire le piote erbose ed abbruciarle e ciò chiamano " *cotto per la segale* „ ed altro non è che una leggiera perfezione del comune " *fornello* „ conosciuto da tutti e col quale in generale si abbrucia la gramigna nei campi. Devesi notare che in un terreno di galestro, punto compatto, il Debbio non poteva troppo bene eseguirsi: nondimeno il lavoro fu fatto osservando le buone regole quanto più le condizioni permisero, e, lasciato che il fuoco si mantenesse lento per parecchie ore nella massa, quando questa fu raffreddata, e rimescolata ben bene, ne fu prelevato un campione di Kg. 3, che racchiuso in sacchetto di tela, fu poi portato per l'analisi in laboratorio.

Qui cominciai col separare, nel modo già esposto, la terra fina dallo scheletro, e del carbone frammisto la parte che potè polverizzarsi andò ad unirsi alla prima, i pezzi più grossi rimasero nello staccino collo scheletro: si ebbe da un Kg., precedentemente pesato e seccato all'aria, di terreno, solo il 27, 5% di terra fina, come dal seguente quadro può rilevarsi.

Scheletro	Ciottoletti di diametro superiore a 10 mm. .	gr.	15
	» » » 5 » .	»	65
	» » » 2 » .	»	340
	Sabbia grossolana inferiore . 2 » .	»	305
	Totale dello Scheletro . .	gr.	725
	Terra fina.	»	275
		gr.	1000

Lo scheletro fu pure reso in polvere a costituire il campione n. 2 per le analisi fisico-chimica e chimica, mentre col n. 1 fu distinta la terra fina.

Analisi fisico-chimica.

Ecco i dati raccolti nelle analisi fisico-chimiche dei due campioni: ad esse non pongo a confronto, come farò poi riportando le analisi chimiche complete, i risultati già conosciuti delle stesse terre senza l'azione del fuoco, perchè dal confronto qui nulla apparisce: del resto basterà, per chi voglia, andare a pag. 11 ed osservare le analisi dei campioni 2 e 3 rispettivamente coi n. 1 e 2, riflettendo che la proporzione percentuale è in questi alterata, pei resti di carbone rimasti nel terreno, che hanno fatto raddoppiare quasi la cifra determinata per le sostanze organiche.

	N. 1	N. 2
Sabbia silicea.	69.410	68.970
Sostanza argilliforme	15.020	13.980
Carbonati terrosi	2.180	3.380
Sostanze organiche, volatili e carbone	8.180	7.580
Acqua igroscopica a 110° C.	3.540	5.340
Sostanze non determinate (per differenza) . . .	1.670	0.750
	100.000	100.000

Analisi chimica.

Nelle quattro pagine che seguono son riunite le cifre ottenute nell'analisi chimica completa graduta dei due campioni di terreno, sottoposti al Debbio: accanto pongo, per più facile riscontro, le analisi degli stessi terreni, prima di essere abbruciati. Nelle prime due pagini le cifre son riportate tal quali risultarono all' analisi, ma poichè, pei resti della combustione, come già notai, rimasti nel terreno, la proporzione percentuale verrebbe ad essere assai alterata, nelle pag. 23-24 son ripetute le stesse analisi, come se la sostanza organica e volatile (de-

terminata per perdita a fuoco al calor rosso) non fosse aumentata: le cifre così modificate non risulteranno per certo esattissime, ma l'errore commesso sarà ben piccolo, e più evidente al confronto riuscirà, ciò che era scopo precipuo, a dimostrarsi l'efficacia del Debbio sulla potassa insolubile. Non stimai necessario riportare i risultati ottenuti anche come generalmente si suole, a 100 di sostanza seccata a 100° C. perchè nell'una analisi, dopo il Debbio, l'acqua igroscopica è in quantità minore, nell'altra invece maggiore, con differenze però sempre poco apprezzabili. Nella cenere del combustibile adoperato volli determinare la potassa, per conoscere esattamente ad esso qual parte dovesse attribuirsi nell'aumentare, dopo il Debbio, dell'elemento e ne trovai solo il 0,078 %: cifra non alta invero.

Prova di Debbio di un terreno galestrino di Cintoia (presso Strada) nel Chianti Fiorentino.

In 100 gr. di terra seccata all' aria si trovano Sostanze	Terra fina prima del Debbio				Terra fina dopo il Debbio				Scheletro prima del Debbio				Scheletro dopo il Debbio			
	Solubili in		Non attaccabili dall' acido cloridrico	Somma complessiva	Solubili in		Non attaccabili dall' acido cloridrico	Somma complessiva	Solubili in		Non attaccabili dall' acido cloridrico	Somma complessiva	Solubili in		Non attaccabili dall' acido cloridrico	Somma complessiva
	acido acetico 5 %	acido cloridrico bollente			acido acetico 5 %	acido cloridrico bollente			acido acetico 5 %	acido cloridrico bollente			acido acetico 5 %	acido cloridrico bollente		
Ossido di calcio.	0,570	0,461	1,080	2,111	0,650	0,798	0,908	2,356	0,945	0,883	1,161	2,989	0,860	0,968	1,361	3,189
» magnesio	0,240	0,381	0,540	1,161	0,386	0,382	0,481	1,249	0,362	0,397	0,694	1,453	0,291	0,415	0,714	1,420
» ferroso	0,239	—	0,579	0,818	0,404	—	1,019	15,344	0,518	—	0,714	1,232	0,615	—	1,998	17,600
» ferrico	—	13,224	0,417	13,641	—	13,921			—	16,601	1,122	17,723	—	14,987		
» di alluminio	0,396	2,780	2,520	5,696	0,256	2,496	2,171	4,923	0,377	2,152	2,034	4,563	0,398	2,534	2,169	5,801
» potassio	0,036	0,340	2,520	2,896	0,196	0,317	2,404	2,917	0,078	0,429	3,027	3,534	0,229	0,371	2,896	3,496
» sodio	0,148	0,442	1,084	1,674	0,155	0,504	1,829	2,488	0,126	0,511	2,368	3,005	0,182	0,642	2,118	2,942
» manganese	—	0,293	—	0,293	—	0,348	—	0,348	—	0,396	—	0,396	—	0,379	—	0,379
Anidride silicica	0,208	0,080	59,772	60,060	0,300	0,323	55,000	55,623	0,091	0,168	51,969	52,228	0,153	0,181	49,069	49,403
» solforica	0,504	0,308		0,812	0,414	0,356		0,770	0,484	0,294		0,778	0,418	0,212		0,630
» fosforica	0,120	0,333		0,453	0,091	0,347		0,438	0,102	0,416		0,518	0,076	0,389		0,465
Cloro	0,136			0,136	0,152			0,152	0,061			0,061	0,042			0,042
	2,597				3,004				3,144				3,264			
Anidride carbonica svoltasi	1,078			1,078	0,968			0,968	0,907			0,907	1,119			1,119
	3,675			90,829	3,972			87,576	4,051			89,387	4,383			85,786
Differenza tra Cl^2 e O	0,031			0,031	0,034			0,034	0,013			0,013	0,009			0,009
	3,644	18,642	68,512	90,798	3,938	19,792	63,812	87,542	4,038	22,247	63,089	89,374	4,374	21,078	60,325	85,777
Acqua igroscopica a 110° C.				3,900				3,540				4,540				5,340
Sostanze organiche, volatili, carbone e perdita (per differenza)				5,302				8,918				6,086				8,883
				100,000				100,000				100,000				100,000
Azoto totale				0,105				0,061				0,116				0,094
Sostanze organiche, volatili (per perdita a fuoco)				4,860				8,180				4,940				7,580

Prova di Debbio di un terreno galestrino di Cintoia (presso Strada) nel Chianti Fiorentino.

In 100 gr. di terra seccata all'aria si trovano Sostanze	Terra fina prima del Debbio				Terra fina dopo il Debbio				Scheletro prima del Debbio				Scheletro dopo il Debbio			
	Solubili in acido acetico 5 %	Solubili in acido cloridrico bollente	Non attaccabili dall'acido cloridrico	Somma complessiva	Solubili in acido acetico 5 %	Solubili in acido cloridrico bollente	Non attaccabili dall'acido cloridrico	Somma complessiva	Solubili in acido acetico 5 %	Solubili in acido cloridrico bollente	Non attaccabili dall'acido cloridrico	Somma complessiva	Solubili in acido acetico 5 %	Solubili in acido cloridrico bollente	Non attaccabili dall'acido cloridrico	Somma complessiva
Ossido di calcio.	0,570	0,461	1,080	2,111	0,673	0,806	0,940	2,419	0,945	0,883	1,161	2,989	0,884	0,996	1,400	3,280
» magnesio	0,240	0,381	0,540	1,161	0,400	0,396	0,498	1,294	0,362	0,397	0,694	1,453	0,299	0,427	0,734	1,460
» ferroso	0,239	—	0,579	0,818	0,418	—	1,056	15,903	0,518	—	0,714	1,232	0,632	—	2,055	18,105
» ferrico	—	13,224	0,417	13,641	—	14,429			—	16,601	1,122	17,723	—	15,418		
» di alluminio	0,396	2,780	2,520	5,696	0,265	2,587	2,250	5,102	0,377	2,152	2,034	4,563	0,408	2,607	2,232	5,247
» potassio	0,036	0,340	2,520	2,896	0,203	0,328	2,491	3,022	0,078	0,429	3,027	3,534	0,236	0,381	2,979	3,596
» sodio	0,148	0,442	1,084	1,674	0,161	0,522	1,895	2,578	0,126	0,511	2,368	3,005	0,187	0,660	2,175	3,022
» manganese	—	0,293	—	0,293	—	0,360	—	0,360	—	0,396	—	0,396	—	0,391	—	0,391
Anidride sicilica	0,208	0,080	59,772	60,060	0,311	0,334	56,991	57,636	0,091	0,168	51,969	52,228	0,158	0,186	50,481	50,825
» solforica	0,504	0,308		0,812	0,419	0,368		0,787	0,484	0,294		0,778	0,430	0,217		0,647
» fosforica	0,120	0,333		0,453	0,094	0,359		0,453	0,102	0,416		0,518	0,079	0,400		0,479
Cloro	0,136			0,136	0,157			0,157	0,061			0,061	0,044			0,044
	2,597				3,101				3,144				3,357			
Anidride carbonica svoltasi	1,078			1,078	1,003			1,003	0,907			0,907	1,151			1,151
	3,675			90,829	4,104			90,714	4,051			89,307	4,508			88,247
Differenza tra Cl^2 e O	0,031			0,031	0,036			0,036	0,013			0,013	0,010			0,010
	3,644	18,642	68,512	90,798	4,068	20,489	66,121	90,678	4,038	22,247	63,089	89,374	4,498	21,683	62,056	88,237
Acqua igroscopica a 110° C				3,900				3,772				4,540				5,494
Sostanze organiche, volatili, carbone e perdita (per differenza)				5,302				5,550				6,086				6,269
				100,000				100,000				100,000				100,000
Azoto totale				0,105				0,063				0,116				0,119
Sostanze organiche e volatili (per perdita a fuoco)				4,860				4,860				4,940				4,940

Inutile, mi sembra, sarebbe adesso spendere altre parole in favore del Debbio: le cifre parlano abbastanza chiaro: mentre nei due campioni non sottoposti all'abbruciamento la potassa solubile dall'acido acetico al 5 % era solo di 0,036 e 0,078 %, nella terra stessa debbiata sale a 0,202 e 0,235 %: la quantità adunque ne risulta quintuplicata nell' un caso, triplicata nell'altro e ben si capisce che sì notevole aumento non può che in minima parte esser dovuto alla potassa contenuta nelle ceneri del combustibile adoperato, specialmente se, come nel caso nostro, sia scopa e querciolo, non ricchi certo, e lo abbiamo veduto, del prezioso elemento.

IX.

Ben fortunati adunque possono stimarsi quei proprietarii, che nelle loro Tenute abbiano terreni di galestro: si affrettino, ove non le sieno, a porli in regolare cultura, e ricordino che particolarmente favorevoli essi sono alla vite. A Cintoia, ed anche altrove nei terreni galestrini, ho visto piantate giovani di viti e di olivi veramente sorprendenti. A questo proposito anzi posso citare le parole lette nell' *Inchiesta Agraria*, in quel capitolo del volume riguardante la Toscana, in cui si parla dei terreni: " L'ulivo si adatta all'alberese ed al galestro, ma " questi due terreni più specialmente si prestano alla vegeta- " zione della vite ed il galestro in particolar modo, perchè " frequentemente ricco di ossido di ferro e di ossido di man- " ganese, sì che dall'uva che vi si raccoglie si ottiene allora " vino robusto ed igienico „. — Più scarse forse vi riescono le raccolte del grano, e la struttura meccanica del terreno facilmente lo spiega, ma tal deficienza è largamente compensata dalla quantità del vino, ove vi si pongano adatti e sani vitigni. Non a sufficienza soltanto i galestri provvisti di potassa, potrebbero gli agricoltori tentarvi il Debbio, e se, come è da credere ed augurare, alla prova pratica si abbiano resultati tali, quali sono stati ottenuti alla prova da me fatta puramente a scopo scientifico, tanto più lieto potrò ritenermi allora, di essermi un poco occupato di questo importante argomento.

Laboratorio di Chimica Agraria della R. Università di Pisa, 1896.

Istituto Anatomico della R. Università di Catania

Dott. GIULIO VALENTI

PROFESSORE D'ANATOMIA UMANA NORMALE

SOPRA I PRIMITIVI RAPPORTI DELLE ESTREMITÀ CEFALICHE DELLA CORDA DORSALE E DELL'INTESTINO

RICERCHE

I.

Non ostante che numerose pubblicazioni si interessino, più o meno estesamente, della cefalica estremità della corda dorsale, pur devesi riconoscere che, a causa delle discrepanze esistenti fra i vari autori, ancora non si possiede una perfetta conoscenza dei suoi primitivi rapporti con gli organi e tessuti circostanti.

Già da molto tempo Reichert [1], poi His [2] e Dursy [3], hanno ammesso che dall'estremità cefalica della corda si sviluppasse la porzione epiteliale dell'ipofisi cerebrale. Ciò peraltro, dagli stessi autori che per i primi ne fecero menzione (Reichert [4] ed His [5]) venne più tardi negato, e mentre che W. Müller,

(1) Reichert. — *Das Entwicklungsleben im Wirbelthierreich.* Berlin, 1840, p. 179.

(2) His. — *Untersuchungen über die erste Anlage der Wierbelthierleibes.* Leipzig, 1868, p. 134.

(3) Dursy. — *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Hirnanhanges.* Med. Centralb., Berlin, 1868, n. 8.

— *Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes des Menschen u. des höheren Wirbelthiere.* Tübingen, 1864.

(4) Reichert. — *Der Bau des menschlichen Gehirns.* II. Abth., Leipzig, 1861, p. 18.

— *Ueber das vordere Ende der Chorda dorsalis frühezeitiger Heifischembryonen.* Abh. d. Berliner Akademie, 1877. — Sitzungsber. der Gesellsch. naturf. Freunde. Berlin, 1878, p. 161.

(5) His — *Anatomie mensch. Embryonen.* (Livr. I, Embryonen des ersten Monats) Leipzig, 1880.

il quale molto estesamente si è occupato sia dello sviluppo dell' ipofisi [1] che della struttura della corda [2], viene alla conclusione che quest' ultima non abbia che un ufficio meccanico nella formazione dell'altra nega recisamente Prenaut [3] alcun rapporto di origine fra i due organi. Di questo non si trova fatta menzione da altri moderni ricercatori che si sono occupati dell'argomento (Kupffer [4]); ed io stesso [5] ho avuto altra volta occasione di constatare che l' ipofisi, in ogni sua parte, indipendentemente dalla corda viene a formarsi.

Ma se in seguito a molteplici ricerche possiamo ormai ritenere che nessuna genetica relazione esista fra quei due organi, non egualmente risoluta ci si presenta la questione riguardo ai rapporti primitivi della stessa estremità della corda, sia con l' ectoderma che con la corrispondente parte dell' intestino.

Descrive Orr [6] in embrioni di lucertola, un segmento anteriore della corda, non differenziato completamente dalla parete posteriore dell' intestino, che insieme a questa viene ad essere in rapporto con l' ectoderma, proseguendo in alto, egli dice, cioè verso il cranio, quella unione che nella formazione della membrana faringea si stabilisce fra i due primitivi foglietti embrionali. — Ha osservato l' Orr che tal segmento, corrispondente alla regione dell' ipofisi, non diviene mai *vacuolato,* ma rimane per lungo tempo nelle sue primitive condizioni, mostrandosi talvolta irregolarmente tortuoso, finchè sparisce

---

(1) Müller W. — *Ueber Entwick. u. Bau der Hypophysis u. des Processus infundibuli cerebri.* Jenaische Zeitschrift. Bd. VI.

(2) Müller W. — *Ueber den Bau der Chorda dorsalis.* Jenaische Zeitschrift. Bd. VI.

(3) Prenaut. - Darm. — Journal d'Anat. et Physiol. XXVII, p. 197.

(4) Kupffer. — *Die Entwick. v. Petromyzon Planeri.* Sitz. Ber. der k. Bayer. Akad. der Wissensch. München, 1868.

— *Mitth. z. Entwick. d. Kopfes bei Acipencer Sturio.* Sitz. Ber. d. Ges. f. Morphol. u. Physiol. in München, 1891.

— *Studien zur vergleichenden Entwick. des Kopfes der Kranioten.* München u. Leipzig, 1893.

— *Die Deutung des Hirnanhanges.* Sitz. Ber. d. Gesell. f. Morphol. u. Physiol. in München, 1894.

(5) Valenti. — *Sulla origine e sul significato della Ipofisi.* Perugia, 1895.

(6) Orr. H. — *Contribution to the embryology of the Lizard.* Journal of Morphology I, 1877.

presentando come ultima traccia una linea più spessamente nucleata in mezzo al tessuto costituente la base del cranio. Nota poi l'Orr che non in tutti i vertebrati si estendono egualmente in avanti l'estremità della corda e l'estremità dell'intestino, e che mentre in generale l'intestino si estende molto più della corda, il contrario sembra avvenire nei Ciclostomi.

Prenaut [1], che ha praticato le sue ricerche in embrioni di mammiferi (porco o coniglio), oltre a negare che l'estremità della corda presenti alcun rapporto genetico con l'ipofisi, nega pure che essa venga in rapporto qualsiasi con l'ectoderma, osservando che la parte della corda prossima all'ipofisi si atrofizza molto presto, e che la corda stessa si trova a terminare al disopra di quell'infossamento della faringe conosciuto col nome di *tasca di Seessel.*

Seessel [2], in sezioni sagittali di embrioni di pollo al principio del 9.° giorno di incubazione, descrive l'estremità della corda molto rimpiccolita relativamente a come si presenta in stadi meno avanzati, diretta in avanti ed in alto, presso la membrana faringea, e continua con uno spesso cordone di cellule terminante in un rigonfiamento che potrebbe sembrare una testa; ma non sa precisare se questo poi fosse unito al foglietto corneo dell'ectoderma, od alla stessa membrana faringea, ed attribuisce il poco chiaro modo di terminazione della corda al suo ripiegarsi ad uncino.

Selenka [3] notò prima nell'*Opossum* e poi in altri vertebrati [4], che l'estremità anteriore della corda, la quale rimane per maggior tempo in unione con la parete dell'intestino primitivo, diviene più larga e cava, e forma una specie di sacco (Gaumentasche) che da lui prese poi il nome di *tasca di Selenka,* la quale si apre nell'intestino.

Miss Platt [5] in embrioni di *Acanthias vulgaris,* descrive l'estremità anteriore della corda infossata nella parete poste-

---

(1) Prenaut. — l. c.

(2) Seessel A. — *Zur Entwicklungs des Vorderdarms.* Arch. f. Anat. und Entwick. Leipzig, 1877, p. 449.

(3) Selenka. — *Studien über Entwicklungsgeschichte.* Heft IV, 2 Hälfte 4°, 133.

(4) Selenka. — *Gaumentasche.* Biol. Centralb. VII, 679.

(5) Platt J. B. — *Further Contribution to the Morphology of the Vertebrate Head.* Anat. Anzeiger. VI, Bd. 1891, p. 251.

riore del canale alimentare, ed in rapporto con una spessa massa di tessuto costituente medialmente l'unione fra le pareti delle *cavità mandibolari* (mesoderma mediano premandibolare). Ha osservato negli stessi embrioni, che al di là del limite anteriore del mesoderma, il canale alimentare si estende, primitivamente, come un semplice tubo, non presentando altra differenziazione che un leggiero ispessimento nella parete dorsale, continuo con quello nel quale termina la corda. Tosto però che il fondo della lamina midollare, all'estremità anteriore dell'embrione, incomincia ad infossarsi nella sua porzione mediana, le cellule del sottostante canale alimentare si addossano strettamente fra loro, mentre che il lume che racchiudono sparisce.

Molti altri autori si sono poi occupati di descrivere i rapporti secondari che la corda viene a prendere con la base del cranio. Sono da ricordare, specialmente, i lavori di Mihalkovics (1) che li ha descritti in vari vertebrati, di Romiti (2) che li ha descritti nel pollo, e di Froriep (3) in embrioni umani. Kölliker (4) riguardo a tali rapporti osservò per il primo che non sono perfettamente identici negli uccelli e nei mammiferi, e venne per essi alla importantissima distinzione del cranio in *cordale* e *precordale*, cui corrisponde la distinzione del Gegenbaur (5) in porzione *vertebrale* e porzione *prevertebrale*. Ma tali rapporti, non ostante le asserzioni dell' Albrecht (6), il quale voleva so-

---

(1) Mihalkovics. — *Entwick. des Gehirnanhanges*. Centralb. f. med. Wiss. XII, 1874, n. 20.

— *Wirbelseite u. Hirnanhanges*. Arch. f. mikrosc. Anat. XI, Bonn, 1875, p. 389.

(2) Romiti. — *De l'extrémité antérieur de la corde dorsale et de son rapport avec la poche hypophysaire ou de* Ratchke, *chez l'embryon du poulet*. Arch. ital. de Biologie, VII, p. 236, 1886

(3) Froriep A. — *Kopftheil der Chorda dorsalis bei menschlichen Embryonen*. Beiträge z. Anat. u. Embryol. Henle's Festgabe. Bonn, 1882, p. 26.

(4) Kölliker. — *Entwicklungsgeschichte*. 2te. Aufgabe, Leipzig, 1879.

(5) Gegenbaur. — *Das Kopfskelet der Selachier als Grundlage zur Beurtheilung Genese des Kopfskelets der Wirbelthiere*. Leipzig, 1872.

(6) Albrecht P. — *Sur les spondylo-centres épituitaires du crâne, la non existence de la poche de* Ratchke, *e la présence de la chorde dorsale et des spondylo-centres dans la cartilage de la cloison du nez des vertebrés*. Communication faite à la Soc. d'Anat. path. Bruxelles, 1884.

— *Ueber Existenz oder Nichtexistenz der Ratchke'schen Tasche*. Biol. Centralbl. 1885.

— *Ueber die Chorda dorsalis und 7 knöcherne Wirbelzentren in Knorplichen Nasenseptum eines erwachsenen Rindes*. Biol. Centralb., 1 maggio, 15 maggio, 15 giugno 1885.

stenere che l'estremità della corda arrivasse fino al setto delle narici (contro le quali specialmente si volse il Kölliker (1)) possono ormai dirsi ben conosciuti in seguito alle citate ricerche, nè di questi ora intendo intrattenermi.

II.

Unico mio scopo è di contribuire alla maggior conoscenza dei primitivi rapporti che la cefalica estremità della corda presenta nelle prime epoche di sua comparsa nell'embrione, e nel medesimo tempo di meglio precisare i rapporti della estremità dell'intestino primitivo con la quale la corda stessa si trova geneticamente collegata.

Le ricerche finora praticate con tale intendimento si limitano a larve di anfibi ed embrioni di pollo.

Anfibi. — Le larve di anfibi che han servito per i miei preparati furono di *Pelobates fuscus*, di *Bombinator igneus*, di *Rana esculenta* e *Bufo vulgaris.*

In sezioni longitudinali mediane di larve di *Bombinator igneus* aventi una lunghezza totale di mm. 1 $^1/_2$ (fig. 1 e 2), nelle quali il tubo midollare non è ancor chiuso completamente, il diverticolo intestinale già designato da Kupffer (2) (dapprima nell'*Acipenser sturio*) come rappresentante il rudimento di una porzione preorale dell'intestino, si presenta, non come un solido zaffo epiteliale quale finora fu descritto in stadi più avanzati dello stesso *Bombinator* e di altri anuri (Kupffer (3) e Valenti (4)), ma cavo, in forma cioè di un vero cul-di-sacco, e tanto sviluppato, che la stessa estremità dell'intestino apparisce come biforcata, e per esso viene ad essere completamente separato dalla formazione buccale lo zaffo ipofisario dello strato

(1) Kölliker. — *Eine Antwort an* H. Albrecht *in Sachen der Entstehung der Hypophysis und des spheno-ethmoidales Theiles des Schädels.* Biol. Centralb. marzo, 1885. — Sitzungsber. der Würzburg Phys. med. Gesellsch. Agosto, 1885.

(2) Kupffer. — *Studien zur vergleichenden Entw. des Kopfes der Kranioten.* I Heft., München u. Leipzig, 1893, p. 37.

(3) Kupffer. — *Die Deutung des Hirnanhanges.* Sitz. ber. der Gesell. f. Morphol. u. Phisiol. in München, 1874.

(4) Valenti. — l. c.

interno dell'ectoderma [1], designato per la prima volta da A. Goette [2], trovandosi questo dorsalmente mentre che la formazione buccale è situata dal lato ventrale. La parete posteriore di quel diverticolo preorale si continua inferiormente, tanto con la parete posteriore del canale alimentare che con la notocorda la quale mostrasi non completamente differenziata, essendo per piccola parte ancora allo stadio di *doccia cordale* come in sezioni trasversali di larve ad un identico stadio di sviluppo ho potuto constatare. Gli elementi cellulari entodermici corrispondenti alla parte più alta del diverticolo si trovano tanto intimamente in rapporto con le cellule ectodermiche (fig. 2) dello zaffo ipofisario, che per mezzo di brevi prolungamenti vi si insinuavano framezzo, e danno luogo ad una disposizione identica a quella che si osserva, relativamente ai rapporti fra l'ectoderma e l'endoderma, in corrispondenza della formazione della bocca *(membrana faringea)*. Tanto per il notevole sviluppo del descritto diverticolo intestinale che per tali suoi intimi rapporti con lo zaffo ectodermico ipofisario, l'ipotesi di Kupffer che quest' ultimo rappresenti il rudimento di una bocca primitiva (paleostoma) mi sembra molto avvalorata.

In larve dello stesso *Bombinator* poco più avanzate nello sviluppo (fig. 3, 4) aventi cioè una lunghezza di quasi 2 millimetri, si trova già molto ridotto il diverticolo intestinale mentre che dalla sua parete dorsale si è completamente differenziato il segmento cefalico della corda. Questo, però, molto sottile e leggermente tortuoso, si presenta in stato evidente di atrofia; termina con un piccolo rigonfiamento irregolare, il quale viene ad essere in immediato contatto con l'ectoderma senza che i suoi elementi abbiano con esso quegli intimi rapporti che, come ora abbiamo detto, presentavano le cellule costituenti le pareti del diverticolo entodermico prima della com-

---

(1) Notò il Belloncі (*Blostoporo e linea primitiva dei vertebrati.* Rend. Acc. dei Lincei, An. CCLXXXI, Roma 1883-84) che l'ectoderma degli Anuri a differenza che negli Urodeli è già differenziato in due strati prima della chiusura del canale midollare. — A tal riguardo però avrei io da aggiungere che questa differenziazione è meno accentuata prima della chiusura del tubo midollare, come vien dimostrato dall'esame comparativo delle fig. n. 2 e n. 4 qui annesse.

(2) Goette A. — *Kurze Mittheilungen aus der Entwicklungsgeschichte der Unke* (*Bombinator gineus*). Leipzig, 1875.

pleta differenziazione della corda. A tale stadio, in nessuna sua parte questa era *vacuolata*.

In stadi ancora più avanzati, nei quali il diverticolo entodermico si è molto ridotto e quasi in forma di un semplice zaffo, incomincia la primitiva estremità cefalica della corda ad atrofizzarsi in lunghezza, allontanandosi a poco a poco dall'ectoderma e lasciando che la parete intestinale venga direttamente a contatto con la parete cerebrale anteriore. Presto, fra queste due pareti si introducono elementi mesodermici con i quali allora si trova in rapporto l'estremità stessa della corda ancora in via di riduzione (fig. 5). Quasi contemporaneamente alla comparsa di tali elementi che vengono ad unire l'intestino alla parete cerebrale anteriore (dai quali una volta ha pensato His [1] potesse originarsi l'ipofisi) si insinua fra l'intestino ed il cervello lo zaffo ipofisario ectodermico il quale giunge, in basso, ad oltrepassare l'estremità della corda situandosi ventralmente ad essa (fig. 6).

Tale secondario rapporto della estremità della corda scompare poi gradatamente; seguitando la sua atrofia, come è noto, fino al livello della base del cranio, poco al disopra dell'angolo formato dalla parete posteriore dell'intestino. Viene allora a costituirsi la *secondaria* estremità cordale, che, dapprima appuntata e rivolta in avanti, si fa poi rotondeggiante, si volge quasi direttamente in alto, e si mette in rapporto con la regione infundibolare del cervello. Insieme all'atrofia di questa parte anteriore della corda seguita l'atrofia del diverticolo entodermico che non lascia di sè alcuna traccia.

In larve di altri anuri, e specialmente in larve di *Pelobates fuscus* ho constatato fondamentalmente identici fatti dei quali credo inutile ripetere la descrizione. Solo ho da notare che in larve di Rana e di Bufo, nelle quali ho seguito la evoluzione del diverticolo entodermico preorale dalla sua comparsa alla sua completa atrofia, questo mai si è presentato tanto sviluppato come nel *Pelobates* e nel *Bombinator*, ma sempre in forma di un semplice zaffo.

Pollo. — Nel pollo ho ricercato i primitivi rapporti della estremità cefalica della corda e dell'intestino (faringe) in una

---

(1) His. — *Untersuch. über die erste Anlage der Wirbelthierleiber.* Leipzig, 1868, p. 134.

serie di embrioni dalla 26.ª ora alla fine del 9.° giorno di incubazione alla temperatura di 39°. Utili specialmente, per le mie ricerche, furono le sezioni longitudinali che, seguendo le norme suggerite dal Born (1) per la *orientazione*, mi riuscirono sempre chiaramente dimostrative anche in embrioni poco avanzati nello sviluppo.

In embrioni dalla 26.ª alla 28.ª ora, nei quali l'estremità cefalica si presentava leggermente sollevata dal piano dell'area trasparente e rivolta in dietro, non mi è resultato che la corda nella sua estremità anteriore fosse completamente differenziata, sembrando piuttosto che si confondesse con la parete posteriore dell'intestino (fig. 7). Ed infatti, sezioni trasversali di embrioni ad un identico stadio di sviluppo, come pure il Kölliker descrive, dimostrano chiaramente che non giunge la corda fino alla parte più alta delle faringe. — Completamente differenziata da questa ho potuto trovare l'estremità della corda verso la fine del 2.° giorno di incubazione (fig. 8) terminando allora liberamente fra la parete faringea ed il tubo midollare. È da notare però che neppure in questo stadio essa giunge precisamente alla stessa altezza dell' estremità faringea. — In corrispondenza di questa estremità, tanto intimi rapporti si presentano per circa 4 sezioni longitudinali mediane di embrioni alla 26.ª ora, fra l'entoderma e l'ectoderma sovrastante, che viene a costituirsi una disposizione simile a quella che negli anfibi rappresenta la formazione della bocca (fig. 7, *ip*). Ma poichè di tale significato non è qui da parlare, poichè il così detto *seno buccale* si formerà più tardi e più ventralmente, ed anche perchè quella massa ectodermica con cui è in rapporto la faringe non è altro che lo zaffo destinato alla formazione dell'ipofisi, come stadi più avanzati chiaramente dimostrano, non esiterei a ritenere che anche nel pollo si abbia un rudimento di quella disposizione, cui in vertebrati inferiori il Kupffer attribuisce il significato di una bocca primitiva. Vero è che in questo non si trova distinto dalla parete faringea il diverticolo entodermico preorale degli anuri che specialmente è sviluppato, come abbiamo veduto nel *Pelobates* e nel *Bombinator;* ma il fatto che la corda *primitivamente* non giunge, neppure nel pollo

(1) Born. — *Die Plattenmodellirmethode.* Arch. f. mick. Anat. Bd. XXIII, 1883.

fino alla formazione buccale, può avvalorare l'opinione che un rudimento di *intestino preorale* si trovi in esso rappresentato da quel tratto della parete faringea che intercede fra la superiore inserzione della membrana faringea ed il punto corrispondente alla terminazione della corda ([1]). — Riguardo allo zaffo ectodermico ipofisario può dirsi poi con certezza che esso nei suoi primi stadi di sviluppo si comporta nel pollo precisamente nello stesso modo che negli anfibi. Alla 39.ª ora (fig. 8 *ip.*) esso si trova insinuato fra la parete cerebrale e la parete faringea, ed in stadi successivi viene a prendere intimi rapporti con questa ultima. La figura n. 9 tolta da una sezione longitudinale di un embrione alla 50.ª ora di sviluppo, ci presenta una tale disposizione riguardo a tali rapporti, che ci dà la più soddisfacente spiegazione del perchè quello zaffo non si riscontri in stadi successivi, mentre che rimangono i suoi elementi per dare origine alla parte ectodermica dell'ipofisi. Si presenta infatti a questo stadio lo zaffo ipofisario (*ip.*) molto allungato, ristretto, e diretto verso la parete posteriore della faringe, ricuoprendola in parte. E se in stadi successivi di esso non si ha traccia, è appunto perchè gli elementi che lo costituivano si sono estesi dorsalmente per costituire quello strato ectodermico dal quale più tardi (corrispondentemente all'angolo ipofisario di Mihalkovics) si formerà parte dell'ipofisi.

Un diretto rapporto fra l'estremità cefalica della corda e l'ectoderma, nel pollo, ho potuto osservarlo solo in seguito alla rotazione del cranio in avanti (fig. 10). Si determina allora una disposizione simile a quella che l'Orr ha descritto nei rettili (lucertola), con la differenza che, mentre in questi si stabilisce quando ancora l'estremità della corda non è differenziata dalla parete intestinale, nel pollo non si ha che quando tale differenziazione si è totalmente compiuta. Di tale rapporto, tenuto conto della origine entodermica della corda, può dirsi insieme con l'Orr che esso rappresenti la continuazione in alto della fusione dell'ectoderma con l'entoderma nella formazione della membrana faringea. Mentre però l'Orr lo considera nei rettili

---

([1]) A conforto di tale opinione è da ricordare, che secondo Nusbaum (*Einige neue Thatsachen zur Entwicklungsgeschichte der Hypophysis cerebri bei Säugetieren.* Anat. Anzeiger, Bd. XII, n. 7) la stessa *tasca di* Seessel che più tardi va formandosi, rappresenta, nei vertebrati superiori, la *porzione preorale dell'intestino.*

come primitivo, a me non si è presentato che come secondario nel pollo. Se esso si determini per un ulteriore allungamento dell'estremità cordale differenziata o per parziale atrofia del cul-di-sacco faringeo, credo che difficilmente si potrebbe stabilire; tuttavia non stimo sia da escludere che le cambiate condizioni meccaniche cui è sottoposta l'estremità stessa della corda durante la rotazione del cranio, contribuiscano, almeno in parte, a determinarlo. — Si mantiene esso per molto tempo, ed ho potuto riscontrarlo anche in embrioni alla 70.ª ora. (fig. 11). A questo stadio però era incominciata l'atrofia della corda (*c'*), e già all'inizio di questa, come la fig. 10 dimostra, l'angolo ectodermico ipofisario viene a portarsi più in alto dell'estremità stessa della corda alla quale dapprima esattamente corrispondeva.

In seguito all'atrofia del *primitivo segmento cefalico* della corda, poichè così credo possa chiamarsi quella parte della corda stessa che si trova insinuata fra il cervello e l'intestino, la sua *secondaria* estremità viene a trovarsi, come Prenaut [1] descrive, precisamente al di sopra della tasca di Seessel, senza però che alcun rapporto con questa venga a stabilirsi.

III.

Conclusioni. — Le osservazioni ora descritte, mi portano a trarre le seguenti conclusioni:

a) L'estremità cefalica della corda, presenta negli Anuri dei *primitivi rapporti* con l'ectoderma e precisamente con lo zaffo ectodermico ipofisario (senza però che vi sia dipendenza di sviluppo fra i due organi), accompagnando quel diverticolo intestinale che da Kupffer fu designato come il rudimento di una porzione preorale dell'intestino.

b) Per la presenza di tal diverticolo, i rapporti ectodermici dell'estremità cefalica della corda negli Anuri non possono considerarsi (come fa Orr per i rettili) come una continuazione in alto della fusione dell'ectoderma con l'entoderma nella formazione della bocca *(neostoma)*, ma piuttosto come una continuazione dorsale della fusione fra il diverticolo entodermico

---

[1] Prenaut. — l. c.

preorale e lo zaffo ipofisario (bocca primitiva o *paleostoma* di Kupffer).

c) I rapporti che si stabiliscono nel pollo fra l'estremità cefalica della corda e l'ectoderma sono rapporti secondarii, molto probabilmente dovuti a cause meccaniche inerenti alla rotazione del cranio, e non è quindi da attribuire ad essi lo stesso significato che ai simili rapporti negli Anuri.

....

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III ([1])

Indicazioni comuni a più figure.

c. — corda dorsale.
i. — cavità intestinale.
m. — tubo midollare.
c. c. — cavità cerebrale.
n. — neuroporo.
ip. — zaffo ectodermico ipofisario (paleostoma di Kupffer).
b. — formazione della bocca (neostoma).
D. — diverticolo intestinale preorale (präoraler Darm di Kupffer).
f. — fegato.
p. i. — parete posteriore dell' intestino.

Fig. 1. Tolta da una sezione longitudinale mediana di larva di *Bombinator igneus* della lunghezza totale di mm. $1^1/_2$ *(ingr. di 35 diametri)*. Dimostra l'estremità cefalica della corda (*c*) non ancora differenziata dalla parete posteriore dell'intestino (*p. i.*); ed i rapporti che il diverticolo intestinale preorale (*D.*) presenta con lo zaffo ipofisario (*ip.*), situato ad esso dorsalmente, e la ventrale formazione buccale (*b.*).

» 2. Dalla stessa sezione rappresentata parzialmente dalla fig. 1 (*ingr. di 230 diametri*). Dimostra specialmente gli intimi rapporti fra le cellule entodermiche del diverticolo intestinale (*D.*) con le cellule ectodermiche dello zaffo ipofisario (*ip.*).

» 3. Tolta da una sezione longitudinale mediana di larva di *Bombinator igneus* della lunghezza totale di mm. 2 (*ingr. di 35 diametri*). La corda (*c.*) è completamente differenziata dalla parete posteriore dell' intestino (*p. i.*) e la sua estremità si mantiene in rapporto con l' ectoderma.

» 4. Dalla stessa sezione che ha servito per la figura precedente *(ingr. di 230 diametri)*. La corda si presenta leggermente rigonfiata nelle sue estremità, tortuosa, ed in evidente stato di riduzione. L' ectoderma appare, più chiaramente che nello stadio rappresentato dalla fig. 2, distinto nei suoi due strati — *s. c.* suo strato corneo — *s. n.* suo strato nervoso.

([1]) Tutte le figure furono disegnate per mezzo della *camera chiara di* Zeiss.

Fig. 5. Da una sezione longitudinale mediana di larva di *Bombinator igneus* della lunghezza totale di mm. 3 (*ingr. di 230 diametri*). L'estremità anteriore della corda (*c*) si è molto ridotta in lunghezza, e degli elementi mesodermici (*mes.*), si sono insinuati fra la parete posteriore dell'intestino (*p. i*) e le parete anteriore del cervello (*p. c*).

» 6. Sezione trasversale di una larva di *Bombinator igneus* ad uno stadio di sviluppo poco più avanzato di quello cui corrisponde la figura precedente (*ingr. di 70 diametri*). Dimostra il rapporto della corda (*c*) con lo zaffo ectodermico ipofisario (*ip.*) situato fra questa e la parete intestinale (*p. i*).

» 7. Da una sezione longitudinale mediana di embrione di pollo alla 28.ª ora di incubazione alla temperatura di 39°, (*ingr. di 70 diametri*). — *a.* amnios. — *fa.* faringe — *c.* corda — *ip.* zaffo ectodermico ipofisario in rapporto con l'estremità della faringe.

» 8. Da una sezione longitudinale mediana di un embrione di pollo verso la fine del 2.° giorno di incubazione, alla temperatura di 39°, (*ingr. di 70 diametri*). Dimostra l'estremità della corda completamente differenziata, senza però che giunga all'altezza della faringe. *a.* amnios — *fa.* faringe — *c.* corda — *d. f.* porzione della faringe che oltrepassa il livello dell'estremità superiore della corda — *ip.* zaffo ectodermico ipofisario — *c. c.* cavità cerebrale.

» 9. Da una sezione longitudinale di embrione di pollo alla 50.ª ora di incubazione (*ingr. di 320 diametri*). — *s. b.* seno buccale — *ec.* strato ectodermico della membrana faringea — *en.* strato entodermico della stessa membrana — *p. f.* parete faringea posteriore — *ip.* zaffo ectodermico ipofisario che si estende sulla membrana faringea.

» 10. Da una sezione longitudinale mediana di embrione di pollo alla 55.ª ora di incubazione alla temperatura di 39°, (*ingr. di 70 diametri*). La corda (*c-c'*) si presenta interrotta a causa della sua tortuosità — *c'*. estremità della corda ricurva in basso ed in rapporto con l'ectoderma (*ip.*) — *p. c.* parete cerebrale (regione ipofisaria). — *S.* tasca di Seessel — *i.* diverticolo entodermico destinato alla formazione della porzione entodermica dell'ipofisi — *a.* 1.° arco branchiale — *s. b.* seno buccale — *ec.* ectoderma — *en.* endoderma — *v.* vena.

» 11. Tolta da una sezione longitudinale di pollo alla 70.ª ora di incubazione alla temperatura di 39° (*ingr. di 70 diametri*). L'estremità della corda incomincia ad atrofizzarsi. — *f.* faringe — *m. f.* membrana faringea — *ec.* ectoderma — *en.* entoderma — *c.* corda — *c'* sua estremità in via di riduzione — *p. c.* parete cerebrale (regione ipofisaria) — *ip.* formazione ipofisaria corrispondente all'*angolo ipofisario di* Mihalkovics.

Istituto Anatomico della Università di Pisa

Dott. DANTE BERTELLI

DISSETTORE E LIBERO DOCENTE

PIEGHE DEI RENI PRIMITIVI

CONTRIBUTO ALLA MORFOLOGIA E ALLO SVILUPPO DEL DIAFRAMMA

Genauere Nachrichten über die, wie es scheint, sehr complicirten entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge sind abzuwarten; auch sind unsere Kenntnisse über das Zwerchfell der Amphibien und Sauropsiden noch recht dürftige zu nennen.

Wiedersheim. Diaphragma. (*Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere*).

In un lavoro che ha per titolo " *Pieghe dei reni primitivi nei rettili. Contributo allo sviluppo del diaframma* (1) " studiai la morfologia e lo sviluppo di queste pieghe nei sauri e conclusi che le pieghe dei reni primitivi prendono parte nei sauri alla costituzione del diaframma dorsale.

Fatte ricerche embriologiche sulle pieghe dei reni primitivi nei mammiferi potei stabilire che anche nei mammiferi queste pieghe concorrono alla formazione del diaframma dorsale.

Tali risultati mi persuasero che indagando la morfologia e lo sviluppo del diaframma dorsale con questi nuovi criteri sarebbe molto agevolato lo studio del difficile argomento. Volli perciò fare in proposito ricerche più estese che mi fosse possibile ed ora di queste rendo conto.

Ho studiato le pieghe dei reni primitivi nei pesci e negli anfibi. Ho fatto la medesima ricerca tra i rettili nei serpenti e nei cheloni; per i sauri mi sono valso delle conclusioni alle quali giunsi quando in questo ordine studiai la morfologia e lo sviluppo delle pieghe dei reni primitivi. Ho studiato la morfologia del diaframma dorsale negli uccelli e lo sviluppo delle

(1) Memorie della Società toscana di Scienze naturali. Vol. XV. Pisa, 1896.

pieghe dei reni primitivi negli uccelli e nei mammiferi. Allo scopo di spiegare il rapporto intimo che esiste negli embrioni e nei feti tra legamento diaframmatico del rene primitivo e muscolo diaframma, studiai lo sviluppo di questo legamento.

Pesci.

Pochi sono stati coloro che ammisero il diaframma nei pesci. Oggidì si ritiene che i pesci non posseggano diaframma.

La bibliografia antica su questo argomento è riferita da MORGENBESSER (1) e da HALLER (2).

RIOLANO (3) ammise nei pesci un diaframma membranaceo.

BAER (4) afferma che nei pesci è una specie di diaframma il quale al tempo istesso è limite anteriore della cavità viscerale.

CUVIER (5) accenna al diaframma dei pesci dichiarandolo analogo a quello dei mammiferi.

LEREBOULLET (6) ricorda il diaframma del luccio.

ROUGET (7) a proposito del diaframma dei pesci sostiene che i fasci muscolari trovati da RATHKE in diverse specie di *cottus*, da ROBIN e BROWN-SÉQUARD in diverse specie di squali e che prendendo origine dalla parete dorsale del tronco si gettano su l'esofago, rappresentano evidentemente la porzione esofagea del diaframma dei batraci.

SCHNEIDER (8) menziona il diaframma dell'*ammocoetes*.

RESTELLINI (9) considera nei pesci come diaframma il tramezzo muscolare che separa l'apparecchio branchiale dalla cavità viscerale.

---

(1) MORGENBESSER M. — *De Vomitu.* (HALLER A. Disputationum anatomicarum Volumen I, p. 264. Gottingae, MDCCL).

(2) HALLER A. — *Elementa Physiologiae.* Tomus tertius, p. 74. Lausannae, MDCCLXI.

(3) RIOLANI J. — *Opera anatomica.* Lutetiae Parisiorum, MDCL.

(4) BAER K. E. — *Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere.* Königsberg, 1828.

(5) CUVIER G. — *Leçons d' Anatomie comparée.* Tome troisième. Bruxelles, 1840.

(6) LEREBOULLET A. — *Recherches sur l'Anatomie des Organes génitaux des Animaux vertébrés* (Novorum Actorum Academiae caesareae Leopoldino-Corolinae Naturae curiosorum. Voluminis vigesimi tertii, Pars prior. Vratislaviae et Bonnae, MDCCCLI).

(7) ROUGET Ch. — *Le diaphragme chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles.* (Bull. Soc. de Biologie. T. III. 1851).

(8) SCHNEIDER A. — *Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere.* Berlin, 1879.

(9) RESTELLINI L. — *Del Diaframma.* Torino, 1862.

Gli anatomici che ammisero nei pesci un diaframma, considerarono diaframma il setto teso tra la cavità pericardica e la cavità viscerale.

Adottando i metodi di indagine che seguii nei sauri, studiai nei pesci le pieghe che sono omologhe a quelle dei reni primitivi dei sauri. Scelsi naturalmente individui che posseggono molto bene sviluppati gli ovidutti, gli epididimi, i canali deferenti. Presi il materiale di studio tra gli elasmobranchi nel sottordine dei selaci.

Sulla morfologia degli ovidutti, degli epididimi e dei canali deferenti negli elasmobranchi si hanno notizie assai diffuse, scarseggiano invece riguardo alle pieghe che sostengono o fissano questi organi. Danno qualche notizia su tali pieghe Vogt e Pappenheim [1] nel classico lavoro sugli organi genitali dei pesci. Tra i plagiostomi scelsero come tipo per la descrizione la *Raja clavata*.

Hanno studiato lo sviluppo del condotto di Müller nei selaci Semper [2], Balfour [3], Fürbringer [4], Van Wyhe [5], ma tutti lo studiarono nei primi stadi di sviluppo, quando cioè si scinde dal condotto di Wolff. In questo stadio il condotto di Müller è ancora sprovvisto di piega. Balfour però alla Fig. 3 ha disegnato un taglio trasverso di embrione di *Scyllium canicula* nel quale la piega del rene primitivo è già bene sviluppata e contiene il condotto di Wolff ed il condotto di Müller; questa figura fu da Balfour riprodotta anche nel *Trattato d'Embriologia.*

Nell'ordine degli elasmobranchi ho studiato individui del sottordine dei selaci e cioè lo *Scyllium canicula*, l' *Acanthias vulgaris*, la *Torpedo narce*, la *Raja miraletus*.

---

(1) Vogt G. et Pappenheim. — *Recherches sur l'anatomie comparée des organes de la génération chez les animaux vertébrés.* (Annales des Sciences naturelles. Tome XI. Paris, 1859).

(2) Semper C. — *Das Urogenitalsystem der Plagiostomen und seine Bedeutung für das der übrigen Wirbelthiere.* (Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Vürzburg. 1875).

(3) Balfour F. M. — *On the origin a. history of the urinogenital organs of Vertebrates.* (Journal of Anatomy a. Physiology. V. 10. 1875).

(4) Fürbringer M. — *Zur vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Excretionsorgane der Vertebraten.* (Morphologisches Jahrbuch. Vierter Band. Leipzig, 1878).

(5) Van Wyhe J. W. — *Ueber die Mesodermsegmente des Rumpfes und die Entwicklung des Exkretionssystems bei Selachiern.* (Archiv für mikroskopische Anatomie. Dreiunddreissigster Band. Bonn, 1889).

Nello *Scyllium canicula* l'infundibulo degli ovidutti è tenuto sospeso dalla piega dei reni primitivi, che s'inserisce alla parete dorsale, craniale e ventrale della cavità viscerale. In tutte e tre le pareti l'inserzione avviene nella linea mediana. L'infundibulo seguita cranialmente in forma di scanalatura sul margine libero della piega, caudalmente si fonde con il legamento coronario del fegato.

All'infundibulo fanno seguito a destra ed a sinistra gli ovidutti che fissati al legamento coronario del fegato risalgono un po' cranialmente e dorsalmente, piegano poi indietro e recandosi medialmente raggiungono la glandula dell'ovidutto; sorpassata la glandula seguono un decorso obliquo dall'innanzi all'indietro, dall'esterno all'interno e raggiungono la cloaca in prossimità della quale si addossano strettamente.

L'ovidutto, tolta la porzione di piega dei reni primitivi che fissa l'infundibulo, non possiede mezzi proprii di sostegno fino in vicinanza della glandula dell'ovidutto. Quivi appariscono le pieghe dei reni primitivi che ben presto si fanno molto larghe, inserite alla parete dorsale della cavità viscerale a breve distanza dalla linea mediana.

Gli epididimi sorti a poca distanza dalla parete anteriore della cavità viscerale in vicinanza della linea mediana, si recano internamente e in corrispondenza della linea mediana si incontrano; strettamente uniti percorrono la cavità viscerale, fino alla cloaca ove sboccano. Il peritoneo passa sotto agli epididimi e li fissa strettamente al dorso, sicchè non esistono pieghe dei reni primitivi. Nella metà posteriore degli epididimi il peritoneo che li ricopre è molto spesso. Anche in corrispondenza dell'estremo craniale degli epididimi il peritoneo è egualmente spesso.

Per merito di Semper sappiamo che esiste un rudimento di infundibulo degli ovidutti anche nel maschio. Questo infundibulo è molto bene sviluppato nello *Scyllium canicula* e così anche nel maschio esiste bene manifesta una porzione di piega dei reni primitivi, che fa da legamento sospensore all'infundibulo.

Nell'*Acanthias vulgaris* la porzione di piega dei reni primitivi che fissa l'infundibulo degli ovidutti differisce per le inserzioni da quella trovata nello *Scyllium canicula;* su la parete ventrale si estende un po' di più caudalmente, dorsalmente in

vece di corrispondere all' esofago nel tratto della sua inserzione, si attacca alla superficie inferiore del fegato. Ciò avviene perchè un lobo epatico si spinge molto cranialmente.

Sorti gli ovidutti lateralmente all' infundibulo si fissano prima a quel lobo del fegato che ho sopra ricordato, poi al legamento coronario del fegato. Hanno in questo tratto la stessa direzione che ho descritta nello *Scyllium canicula,* poi si spingono verso la linea mediana in prossimità della quale decorrono parallelamente fino alla cloaca ove sboccano. Non esistono pieghe dei reni primitivi; sulla parete dorsale della cavità viscerale il peritoneo passa ventralmente agli ovidutti.

Gli epididimi incominciano un po' più in dietro che nello *Scyllium canicula;* decorrono sul dorso lateralmente alla linea mediana, in prossimità di questa; sono sprovvisti di pieghe.

Esiste anche nel maschio l' infundibulo degli ovidutti che è fissato come nella femmina.

Nella *Torpedo narce* l' infundibulo degli ovidutti è molto grande, con apertura larga, tondeggiante. Cranialmente seguita in forma di scanalatura fissata alla parete ventrale della cavità viscerale. Dorsalmente l' infundibulo è unito al legamento coronario del fegato.

Gli ovidutti sono fissati prima sul legamento coronario del fegato, poi si gettano nella parete dorsale della cavità viscerale strettamente uniti a questa, decorrenti lateralmente alla linea mediana lungo il margine mediale dei reni, con direzione leggermente obliqua dall' innanzi all' indietro, dall' esterno all' interno, fino alla cloaca. Mancano le pieghe dei reni primitivi.

Gli epididimi incominciano a brevissima distanza dalla parete anteriore della cavità viscerale sul legamento coronario del fegato, da questo passano sul dorso nel quale decorrono presentando poche e poco serrate circonvoluzioni, appoggiati lateralmente al margine mediale dei reni. Sono sprovvisti di pieghe.

Anche nel maschio esiste bene manifesto l' infundibulo degli ovidutti.

Nella *Raja miraletus* l' infundibulo degli ovidutti presenta i medesimi mezzi di fissità che nello *Scyllium canicula.* Anche gli ovidutti hanno i medesimi rapporti e lo stesso decorso che trovammo nello *Scyllium canicula.* Gli ovidutti sono sprovvisti

di piega fino in prossimità della glandula dell'ovidutto; quivi la piega incomincia ad apparire, si fa più alta in corrispondenza della glandula e più alta ancora nel tratto situato al di dietro della glandula; s'inserisce alla superficie dorsale della cavità viscerale. Dalla metà posteriore della glandula fino alla fine, la linea d'inserzione della piega trovasi in corrispondenza della superficie ventrale del rene, prossima al margine mediale di questo.

L'estremo craniale degli epididimi situato lateralmente all'esofago incomincia a poca distanza dalla parete anteriore della cavità viscerale. Gli epididimi raggiunto il rene poggiano nella superficie ventrale di esso in prossimità del margine mediale, sono fissati strettamente al dorso dal peritoneo. L'infundibulo degli ovidutti è pochissimo sviluppato.

Da quanto ho sopra esposto risulta che nei selaci talora mancano le pieghe dei reni primitivi nelle femmine; che mancano nei maschi; che quando nelle femmine esistono anche bene sviluppate sono per un tratto non breve interrotte e adempiono esclusivamente l'ufficio di mezzi di sostegno.

Per tutte queste ragioni possiamo concludere che i selaci non posseggono diaframma dorsale ed i selaci sono i pesci che hanno meglio sviluppati gli ovidutti, gli epididimi ed i canali deferenti.

Gli anatomici che ammisero il diaframma nei pesci considerano come diaframma il setto che unito alla superficie posteriore del pericardio contribuisce a dividere la cavità pericardica dalla cavità viscerale; ma a questo setto non deve darsi valore di diaframma: è la parete craniale della cavità viscerale, corrispondente alla parete craniale della cavità celomatica, come può vedersi chiaramente negli embrioni dei selaci. Nè devono in conseguenza essere considerati fasci diaframmatici quelli che dal dorso si recano all'esofago; sono fasci dei muscoli addominali che dal tronco vengono ad inserirsi su questo viscere; non hanno alcun valore di fasci diaframmatici.

Anfibi.

In questa classe potei studiare individui dell'ordine degli anuri e dell'ordine degli urodeli.

Faccio una descrizione un po' particolareggiata delle pieghe che sostengono gli ovidutti ed i canaliculi efferenti perchè a questo proposito possediamo scarse cognizioni.

Anuri.

Goette [1] afferma che negli individui adulti dei batraci la parete posteriore del pericardio e le membrane che si trovano lateralmente a questo e che vanno dal fegato alla parete posteriore della cavità pleuro-peritoneale formano un setto posto trasversalmente nella cavità toracica, omologo al diaframma.

Uskow [2] in grossi esemplari della rana di Ungheria ha potuto verificare che le membrane del fegato non solo vanno alla parete posteriore della cavità celomatica ma si estendono anche sulle pareti laterali.

Meckel [3], Dugès [4], Siebold e Stannius [5], Ecker [6], Rouget, Hoffmann [7], Schneider considerano negli anuri come fasci diaframmatici quelli che provengono dal muscolo obliquo interno e vanno ad inserirsi sul pericardio e su l'esofago.

Degli anuri ho studiato la *Rana esculenta* ed il *Bufo vulgaris.*

Nella *Rana esculenta* gl'infundibuli degli ovidutti sono fissati sulla parete craniale della cavità viscerale, caudalmente seguitano con il legamento coronario del fegato; questo ultimo rapporto contribuisce a tenere teso l'infundibulo e beante la sua apertura. Gli ovidutti percorrono la parete craniale della cavità viscerale descrivendo su di essa una curva a concavità rivolta medialmente, che abbraccia la radice dei polmoni cui

---

(1) Goette A. — *Die Entwickelungsgeschichte der Unke.* (*Bombinator igneus*). Leipzig, 1875.

(2) Uskow N. — *Ueber die Entwickelung des Zwerchfells des Pericardiums und des Cöloms.* (Archiv für mikroskopische Anatomie. 1883).

(3) Meckel J. F. — *Traité général d'Anatomie comparée traduit par* Riester et Sanson. Paris, 1829.

(4) Dugès A. — *Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens.* (Mémoires de l'Académie des Sciences. Tome sixième. Paris, 1835).

(5) Siebold C. Th. et Stannius H — *Nouveau Manuel d'Anatomie comparée traduit par* Spring et Lacordaire. Paris, 1850.

(6) Ecker A. — *Die Anatomie des Frosches.* Braunschweig, 1864.

(7) Hoffmann C. K. — (Bronn's *Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs.* Amphibien. Leipzig und Heidelberg, 1873-78).

sono uniti per mezzo di una piega, poi si addossano all'esofago al quale decorrono parallelamente. In corrispondenza dell'estremo caudale dell'esofago incominciano le molteplici e grosse circonvoluzioni degli ovidutti, che vanno ad occupare le parti laterali della cavità viscerale.

Gli ovidutti in corrispondenza della parete anteriore della cavità pleuro-peritoneale sono strettamente fissati ad essa dal peritoneo che loro passa ventralmente; verso l'estremo dorsale di questa parete apparisce la piega dei reni primitivi molto bassa; nel resto del decorso gli ovidutti sono uniti alla parete dorsale della cavità viscerale sempre per mezzo della piega che si mantiene bassa, che è inserita prima in prossimità della colonna vertebrale, poi lungo il margine laterale dei reni, che seguita posteriormente con il mesovario.

Sulla parete anteriore della cavità viscerale si gettano fasci del muscolo obliquo interno tra i quali il più robusto è quello che proviene dal processo trasverso della terza vertebra.

Nel maschio della *Rana esculenta* la piega del rene primitivo è rappresentata dal mesorchio il quale unisce il testicolo ai reni e sostiene i canaliculi efferenti. In avanti la piega del rene primitivo seguita con la piega peritoneale che fissa i corpi grassi. Fasci del muscolo obliquo interno si gettano come nella femmina sulla parete anteriore della cavità viscerale.

Nella femmina e nel maschio del *Bufo vulgaris* si hanno le stesse disposizioni che abbiamo trovate nella *Rana esculenta*, solo è da osservare che la piega degli ovidutti è più alta; che i fasci dell' obliquo interno i quali si recano alla parete anteriore della cavità pleuro-peritoneale sono molto più sviluppati.

Non si può ammettere nella *Rana esculenta* e nel *Bufo vulgaris* il diaframma dorsale perchè la piega che contribuirà a costituire nella filogenesi il diaframma dorsale non è altro in questi animali che un mezzo di sostegno per gli ovidutti e per i canaliculi efferenti.

Non si devono considerare fasci diaframmatici quelli del muscolo obliquo interno che rafforzano la parete anteriore della cavità viscerale; sono fasci della muscolatura addominale i quali vengono a prendere inserzione medialmente e cranialmente contribuendo insieme al peritoneo a limitare in avanti la cavità viscerale. Del resto come si potrebbe dare ad essi significato di fasci divisorii quando non esiste cavità pleurica?

Le membrane descritte da Goette e da Uskow non possono essere omologizzate in verun modo con il diaframma; non sono altro che legamenti del fegato e porzione del peritoneo che limita cranialmente la cavità viscerale.

Studiarono lo sviluppo del diaframma negli anfibi Goette, Uskow, Giglio-Tos (1).

Goette afferma che nei batraci la parete di chiusura paragonabile al diaframma non manca e si sviluppa come nei mammiferi.

Uskow a proposito della rana afferma che deve ammettersi il diaframma ventrale che passa nella costituzione del pericardio definitivo. Riguardo al diaframma dorsale si trova una disposizione incompleta perchè esso non chiude la cavità pleurica; all'incirca corrisponde allo stadio del coniglio di 10 millimetri. Uskow interpetrò probabilmente come diaframma dorsale la piega del rene primitivo.

Giglio-Tos ha descritto nei girini degli anfibi anuri (*Rana esculenta* e *Pelobates fuscus*) un diaframma che è morfologicamente identico a quello dei mammiferi. È posto al livello della prima vertebra, immediatamente dietro alla origine degli arti anteriori. Possiede il centro frenico in forma di foglia di trifoglio, è munito di due pilastri in parte carnosi, in parte tendinei.

Se negli embrioni di anfibi seguiamo lo sviluppo della cavità celomatica, si trova che gli embriologi commisero lo stesso errore di coloro che si sono limitati alle ricerche morfologiche, hanno cioè anche essi descritto come diaframma negli anfibi la parete craniale della cavità celomatica. Negli anfibi non esiste diaframma dorsale.

Urodeli.

Nell'ordine degli urodeli ho studiato il *Triton cristatus*.

Schneider afferma che i fasci del muscolo trasverso dell'addome i quali s'inseriscono allo sterno formano negli urodeli una specie di diaframma.

---

(1) Giglio-Tos E. — *Sull' omologia tra il diaframma degli anfibi anuri e quello dei mammiferi.* (Atti d. R. Accad. d. Sc. di Torino. Vol. 29. 1894).

Wiedersheim [1] ammette che le prime tracce di un diaframma quale setto muscolare tra il torace e l'addome, apparisca negli urodeli. In questi si vede l'estremità anteriore del muscolo trasverso addominale internarsi tra il pericardio ed il fegato con fasci che si dispongono ad anello od a semianello.

Nel *Triton cristatus* gl'infundibuli degli ovidutti sono posti in corrispondenza della parte laterale del pericardio, fissati a questo, alla parete ventrale della cavità viscerale ed al legamento coronario del fegato.

Gli ovidutti in corrispondenza dell'estremo craniale non posseggono circonvoluzioni, sono membranacei, decorrono dal basso all'alto, dall'avanti all'indietro costituendo una curva a concavità rivolta caudalmente che abbraccia il polmone e l'esofago. Con il polmone sono uniti per mezzo di qualche tratto fibroso [2].

Incominciate le circonvoluzioni degli ovidutti, questi si trovano lateralmente alla colonna vertebrale, uniti alla parete dorsale della cavità viscerale da una corta piega; gli ovidutti percorrono questa parete fino alla cloaca ove sboccano. La porzione membranacea degli ovidutti è fissata alla parete ventrale e dorsale della cavità viscerale da una corta piega che è la porzione cefalica di quella sopra ricordata.

Nel *Triton cristatus,* come negli anuri, i canaliculi efferenti del testicolo percorrono il mesorchio.

Anche nel *Triton cristatus* le pieghe dei reni primitivi adempiono esclusivamente l'ufficio di mezzi di sostegno.

Nella parete anteriore della cavità viscerale trovansi fibre muscolari striate, alle quali dobbiamo dare la stessa interpetrazione che a quelle esistenti nella parete anteriore della cavità viscerale degli anuri.

---

(1) Wiedersheim R. — *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere.* Jena, 1886.

(2) Per mettere bene in evidenza la porzione membranosa degli ovidutti devono adoprarsi esemplari conservati in alcool e nei quali fu iniettato alcool nella cavità viscerale, quando furono uccisi. Si lascino in sito il fegato, i polmoni, gli estremi craniali degli ovidutti e si eseguisca la dissezione prima ventralmente, poi lateralmente.

Rettili.

In questa classe ho studiato la morfologia delle pieghe dei reni primitivi nei serpenti e nei cheloni. Riguardo ai sauri mi limito a riportare le conclusioni generali di altro mio lavoro.

Sauri.

Ravn (1) credè di scorgere un accenno ai pilastri dorsali di Uskow dei mammiferi in quella porzione di pieghe dei reni primitivi della *Lacerta viridis*, che è inserita nella cavità pleuro-peritoneale su la linea di confine tra la parte intensamente pigmentata e la parte lievemente pigmentata. Ecco come si esprime a questo proposito Ravn: " . . . Dagegen fehlen bei der *Lacerta viridis* die beiderseitigen dorsalen Abschnitte des Zwerchfells, nämlich diejenigen, welche bei den Säugern die Pleuralhohlen von der Peritonäalhöhle abschliessen. Doch meine ich eine Andeutung dieser dorsalen Abschnitte des Zwerchfells in den niedrigen Falten sehen zu können, die sich in der Fortsetzung der hohen Urnierenfalte von den Grenzlinien des unpigmentirten (2) und des pigmentirten Theiles der Pleuroperitonäalhöhle erheben, und die sich bis auf die ventrale Bauchwand herum fortsetzen. Ich glaube nämlich, dass diese Falten den dorsalen Falten in den Recessus parietales dorsales (Uskow's dorsalen Pfeilern) entsprechen. Dass sie sich direct in die Urnierenfalten fortsetzen, ist nicht sonderbar, wenn man bedenkt, dass auch bei Säugethier-Embryonen die cranialen Spitzen der Urnierenfalten mit dem Zwerchfell in Verbindung stehen (Zwerchfellband der Urniere).

Queste supposizioni di Ravn mi sembrarono degne di essere prese in alta considerazione perchè se le ricerche di anatomia comparata e le ricerche embriologiche l'avessero dimostrate vere, si sarebbe trovato il modo di portare luce sulla filogenesi del diaframma dorsale ed anche l'ontogenesi sarebbe stata chiarita.

(1) Ravn Ed. — *Untersuchungen über die Entwickelung des Diaphragmas und der benachbarten Organe bei den Wirbelthieren.* (Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. 1889).

(2) Veramente anche al davanti della piega esiste pigmento in piccola quantità.

Feci ricerche sull'anatomia comparata e sullo sviluppo delle pieghe dei reni primitivi nei sauri e venni a concludere che deve considerarsi come porzione delle pieghe dei reni primitivi anche quella piega che nasce dal tronco della vena cava posteriore, dal fegato, dalla parete ventrale della cavità pleuro-peritoneale.

Studiai lo sviluppo delle pieghe dei reni primitivi nei mammiferi, confrontai i risultati di queste indagini con quelli ottenuti dalle indagini fatte nei sauri e potei concludere che nei sauri le pieghe dei reni primitivi prendono parte, come nei mammiferi, alla costituzione del diaframma dorsale. Deve considerarsi diaframma dorsale nei sauri quella porzione delle pieghe dei reni primitivi che sorge dal tronco della vena cava posteriore, dal fegato, dalle pareti ventrale laterale e dorsale della cavità peritoneale. Nella *Seps chalcides*, nella *Lacerta viridis*, nella *Lacerta muralis* la linea d'inserzione sul dorso e sulla parete laterale corrisponde alla linea che divide la parte intensamente pigmentata dalla parte lievemente pigmentata della cavità peritoneale.

Le pieghe dei reni primitivi nella *Lacerta agilis* si sviluppano dal connettivo che trovasi nella superficie ventrale del corpo di Wolff. Il corpo di Wolff è unito ventralmente per mezzo di queste pieghe alla membrana pleuro-pericardica ed al connettivo delle pareti laterali del corpo (Fig. 1 e 2), in stadi più avanzati è unito anche al fegato. Le pieghe medialmente e lateralmente sono limitate dalla cavità celomatica; caudalmente presentano un margine libero nella cavità celomatica; cranialmente seguitano con il connettivo nel quale sono accolti i canaliculi del corpo di Wolff. Il corpo di Wolff trovasi anche al di sopra delle pieghe, apparisce appena incomincia cranialmente la cavità celomatica.

In stadi molto giovani si trova solo l'estremo craniale delle pieghe (Fig. 1 e 2). In questi stadi nella superficie laterale e mediale delle pieghe, nella superficie ventrale e in parte nella superficie laterale del corpo di Wolff (Fig. 1 e 2) si incontra l'abbozzo dell'ostio addominale del condotto di Müller.

In stadi di sviluppo più avanzato (embrioni di *Lacerta agilis* con lunghezza massima di 7 $^1/_2$, 8 $^1/_2$ mm.) le pieghe appariscono bene sviluppate. Dorsalmente mantengono il solito rapporto con

il corpo di Wolff, ventralmente sono unite alle pareti laterali del corpo, al *septum transversum*, al fegato. Quando nell'esame delle sezioni trasversali poste in serie cessano questi ultimi rapporti, le pieghe rimangono libere ventralmente (Fig. 3). Sul margine libero di esse si vede l'ostio addominale del condotto di Müller, poi sempre su questo margine apparisce il condotto di Müller che spostandosi insieme alle pieghe lateralmente e dorsalmente sul corpo di Wolff, va ad addossarsi al condotto di Wolff. Queste disposizioni ci dimostrano che le pieghe dei reni primitivi funzionano da mezzo di sostegno per il condotto di Müller.

Mentre in stadi di sviluppo molto giovani il corpo di Wolff è unito strettamente alla parete dorsale della cavità celomatica (Fig. 1 e 2) ed il connettivo del corpo di Wolff seguita su larga estensione con il connettivo del dorso, in embrioni di *Lacerta agilis* lunghi 8 $^1/_2$ mm. si trova il corpo di Wolff spostato lateralmente e ventralmente. Questi spostamenti del corpo di Wolff hanno condotto alla formazione di una corta e sottile piega che sostiene il corpo di Wolff (Fig. 3). La piega che rimane medialmente e dorsalmente al corpo di Wolff è la porzione delle pieghe dei reni primitivi che rimane dorsalmente all'ovidutto o all'epididimo negli individui adulti.

In quanto ai sauri mi limito a riportare queste conclusioni generali, non mi sarebbe possibile trattare più estesamente di quello che ho fatto in altro lavoro, questo tema. Per la conoscenza dei minuti particolari sulla morfologia e sullo sviluppo delle pieghe dei reni primitivi nei sauri rimando il lettore al mio lavoro.

Serpenti.

In questo ordine ho studiato individui della famiglia dei colubri, il *Tropidonotus natrix* ed il *Coluber viridiflavus*. In ambedue le specie le pieghe dei reni primitivi, gli ovidutti, gli epididimi presentano disposizioni analoghe, così che posso comprenderle in una sola descrizione.

Gli ovidutti sono molto lunghi, membranacei nel loro estremo craniale, poi circonvoluti fino in prossimità dell'estremo anteriore dei reni; nel resto del decorso non presentano circonvoluzioni.

L'infundibulo dell' ovidutto è situato poco al davanti dell'estremo craniale degli ovari.

Gli ovidutti decorrono prima lungo il tubo digerente, lateralmente a questo. Poco al di dietro dell'estremo craniale del rene destro incominciano a tendere verso la linea mediana. In vicinanza dell'estremo caudale giungono a toccarsi sulla linea mediana con i margini mediali, poi si allontanano lievemente e sboccano nella cloaca.

L' ovidutto di destra, come l'ovario, è situato molto più cranialmente.

Gli ovidutti sono muniti di una larga piega di sostegno per quasi tutta l'estensione, ne sono sprovvisti solo verso l'estremo caudale ove poggiano su l'intestino retto. La piega dell'ovidutto si attacca alla parete dorsale della cavità viscerale; verso l'estremo posteriore s'inserisce alla superficie laterale del tubo digerente. Il margine ventrale del rene è unito alla piega per mezzo di lacinie connettive.

Anche gli epididimi sono molto lunghi, incominciano subito al davanti dell'estremo craniale del testicolo, decorrono prima dorsalmente al tubo digerente appoggiati strettamente al mesenterio dorsale. In corrispondenza dell'estremo craniale del rene discendono ventralmente e decorrono lungo il margine ventrale del rene lateralmente al tubo digerente e lateralmente al tubo digerente si mantengono fino allo sbocco nella cloaca. Gli epididimi sono fissati prima sul mesenterio dorsale; in corrispondenza dei reni sono uniti per mezzo di una corta piega al margine ventrale di questi visceri, poi aderiscono al retto. In corrispondenza dei testicoli, gli epididimi decorrono lungo il margine mediale di quelli, ad essi strettamente appoggiati.

Il testicolo sinistro è situato più caudalmente del destro e per conseguenza da questo lato l'epididimo è più corto.

È posto sul mesenterio dorsale anche il rudimento del condotto di Müller che fa seguito cranialmente all' epididimo.

Nel *Tropidonotus natrix*, nel *Coluber viridiflavus* si ha una piega peritoneale che funge esclusivamente da mezzo di sostegno dell' ovidutto; gli epididimi sono sprovvisti di piega, quindi dobbiamo indurne che in tali specie non esiste diaframma dorsale.

Cheloni.

In questo ordine ho studiato la *Testudo graeca* e la *Cistudo europaea*.

Bojanus [1] descrisse nella *Cistudo europaea* come diaframma un muscolo che sorto dalla seconda e terza vertebra dorsale e dalle coste corrispondenti si reca sulle parti laterali del pericardio e si attacca ai polmoni ed al peritoneo.

Meckel estese alle tartarughe terrestri quanto Bojanus afferma riguardo al diaframma della *Cistudo europaea*.

Anche Stannius e Siebold accettano le opinioni di Bojanus.

Rouget afferma che la cavità del tronco dei cheloni non è divisa da alcun piano nè muscolare, nè fibroso. Nei cheloni il diaframma non è più in nessun modo un setto muscolare che separa l'apparecchio respiratorio dai visceri dell'apparecchio digestivo, non è altro che una parete contrattile della cavità del tronco nella sua estremità anteriore.

Schneider afferma che possono considerarsi come una traccia di diaframma nei cheloni i due fasci muscolari appartenenti al trasverso, i quali sorti dal corpo della terza e della quarta vertebra toracica, vanno ai polmoni.

Nella *Testudo graeca* esistono sviluppatissime le pieghe dei reni primitivi nelle femmine, nei maschi sono rudimentarie.

Nella *Testudo graeca* si ha rispetto alla topografia dei polmoni una disposizione ben diversa da quella dei sauri e dei serpenti. Il peritoneo passa sotto alla superficie ventrale dei polmoni e li mette fuori della cavità peritoneale, il peritoneo forma un piano che costituisce la superficie dorsale della cavità peritoneale estesa per quanto sono estesi i polmoni. Ho voluto accennare a questa disposizione del peritoneo perchè meglio possa intendersi la topografia delle pieghe dei reni primitivi.

Le pieghe dei reni primitivi nella femmina si attaccano alla parete posteriore ed alla parete dorsale della cavità peritoneale; sulla parete dorsale la linea d'inserzione è situata prima un po' medialmente, poi un po' lateralmente ad una linea curva,

---

[1] Bojanus. — *Anatome Testudinis europaeae*. Vilnae, 1819-21.

concava all'interno, che corrisponde alla periferia dei polmoni. Le pieghe verso l'estremo craniale si abbassano molto e vanno a finire sul legamento coronario del fegato. A destra l'estremo craniale delle pieghe percorre la parete craniale della cavità viscerale prima di raggiungere il legamento coronario del fegato; a sinistra l'estremo craniale delle pieghe per raggiungere il legamento coronario del fegato passa sul fondo gastrico al quale è spesso intimamente unito.

Talora le pieghe dei reni primitivi dopo essersi molto abbassate cranialmente, si risollevano falciformi come nei sauri.

Il mesovario è attaccato alla superficie mediale delle pieghe.

Le pieghe dei reni primitivi sono anche nel maschio, ma assai ridotte, caudalmente costituiscono il mesorchio nel quale decorrono i canaliculi efferenti del testicolo.

Anche nella *Cistudo europaea* esistono nelle femmine pieghe dei reni primitivi larghe, fluttuanti, inserite alla parete caudale e dorsale della cavità viscerale; cranialmente si gettano in quella piega del peritoneo che sorge dalla parete laterale della cavità viscerale per fissare la base dei polmoni. Su questo tratto peritoneale la piega si sperde.

Il mesovario ha con le pieghe dei reni primitivi il medesimo rapporto che nella *Testudo graeca.*

Nel maschio della *Cistudo europaea* le pieghe dei reni primitivi sono anche più ridotte che nella *Testudo graeca.* Il mesorchio seguita cranialmente in una piega rudimentaria, fissata alla parete dorsale della cavità viscerale e che finisce sul dorso al di dietro di quel tratto peritoneale sopra ricordato che ricopre la base dei polmoni.

Le pieghe dei reni primitivi nelle femmine dei cheloni hanno grande rassomiglianza con le pieghe che trovammo nelle femmine dei sauri, in fatti per un tratto assai esteso non contengono ovidutto, sono inserite sulla parete dorsale e craniale della cavità viscerale, sono assai larghe nella loro metà posteriore, si abbassano molto verso l' estremo craniale e si risollevano talvolta in pieghe falciformi proprio come nei sauri. Anche nei maschi dei cheloni esistono, sia pure allo stato rudimentario, le pieghe dei reni primitivi. A queste pieghe dei cheloni deve darsi la medesima interpetrazione che a quelle trovate nei sauri.

I fasci muscolari descritti come diaframma da Bojanus, da Meckel, da Siebold e Stannius, da Schneider non devono essere considerati fasci diaframmatici, in fatti non servono a separare due cavità, come farebbe supporre il loro nome, ma solo contribuiscono a rafforzare il peritoneo che limita cranialmente la cavità viscerale. Anche nei pesci e negli anfibi esistono nella parete anteriore della cavità viscerale fibre muscolari appartenenti alla muscolatura addominale, ma lo studio dello sviluppo ci ha dimostrato che questa parete corrisponde alla parete craniale della cavità celomatica.

La filogenesi e l'ontogenesi ci insegnano che al primo accenno del diaframma dorsale prendono parte le pieghe dei reni primitivi.

Uccelli.

Si ammette comunemente che gli uccelli posseggano due diaframmi, un *diaframma polmonare* (Sappey) e un *diaframma toraco-addominale* (Sappey).

Chiamerò il diaframma polmonare diaframma dorsale in riguardo al modo di svilupparsi.

Studiarono il diaframma degli uccelli molti ed abili ricercatori.

Aristotele (1) ricorda varie volte il diaframma degli uccelli.

Colombo (2) asserisce che agli uccelli manca il diaframma.

Coiter (3) indicò chiaramente il diaframma dorsale.

Harvey (4) ed Haller (5) lasciarono nozioni incomplete sul diaframma degli uccelli.

Perault (6) descrisse per il primo nello struzzo e nel casuario il diaframma dorsale che chiamò muscolo del polmone. Questo

---

(1) Aristotelis — *De Animalibus Historiae,* lib. III, cap. I.

(2) Columbi R. — *De re Anatomica* libri XV. Parisiis, 1572.

(3) Coiter V. — *Externarum et internarum principalium humani corporis partium tabulae.* Noribergae, 1573.

(4) Harvey W. — *Exercitationes de Generatione animalium. Exercitatio 3.* Amstelaedami, 1651.

(5) Haller A. — *Elementa Physiologiae.* Tomus tertius. Lausannae, MDCCLXI.

(6) Perault. — *Memoires pour servir à l'Histoire naturelle des animaux.* (Memoires de l'Academie des Sciences. Tome I. MDCCXXXI).

setto è muscolo-aponevrotico, nasce per mezzo di sei capi carnosi dalla porzione vertebrale delle coste. Perault ricorda anche il diaframma toraco-addominale.

Bartolino [1] accenna al diaframma che ricopre i polmoni ed a fibre diaframmatiche che si attaccano allo sterno.

Riolano [2] e Morgagni [3] non ammisero il diaframma negli uccelli.

Hunter [4] afferma che a torto si nega il diaframma negli uccelli. Descrive come diaframma la membrana che ricopre la superficie ventrale dei polmoni e che sorge dalla faccia interna delle coste.

Girardi [5] ammette solo il diaframma toraco-addominale.

Dobbiamo a Sappey [6] una descrizione particolareggiata e molto esatta del diaframma dorsale degli uccelli.

Sappey afferma che negli uccelli devono considerarsi due diaframmi: un *diaframma polmonare* e un *diaframma toraco-addominale.* Nel diaframma polmonare, che ha forma triangolare, considera due superfici, una superiore, una inferiore; due margini, uno destro, uno sinistro; la base; la sommità. La superficie superiore è in rapporto con i polmoni, la superficie inferiore è in rapporto con le sacche aerifere toraciche in avanti, con le sacche aerifere diaframmatiche in dietro. I margini sono fibrosi nel terzo anteriore, muscolari nei due terzi posteriori. La prima e la seconda costa sono sprovviste di fasci muscolari. Costantemente il primo fascio contrattile parte dall' angolo corrispondente dello sterno, il secondo origina dalla terza costa, il terzo, il quarto ed il quinto originano dalle coste successive. La base descrive una curva a concavità posteriore, si attacca con la parte mediana alla penultima vertebra dorsale e con le parti laterali alla superficie interna delle due ultime

---

(1) Bartholini C. — *Diaphragmatis structura nova.* (Mangeti J. *Bibliotheca anatomica.* Tomus primus. Genevae, MDCXCIX).

(2) Riolani J. — *Opera anatomica.* Lutetiae Parisiorum, MDCL.

(3) Morgagni J. B. — *Epistolae anatomicae.* Lugduni Batavorum, MDCCXXVIII.

(4) Hunter J. — *An Account of certain Receptacles of air in Birds.* (Philosophical Transactions. V. LXIV, Part I. London, 1774).

(5) Girardi M. — *Saggio di osservazioni anatomiche intorno agli organi della respirazione degli uccelli.* (Memorie di Matematica e di Fisica della Società italiana. Verona, 1784).

(6) Sappey Ph. — *Recherches sur l'appareil respiratoire des oiseaux.* Paris, 1847.

coste. La sommità è interrotta per accogliere l'estremo inferiore dei muscoli cervicali. I fasci contrattili del diaframma polmonare presentano dimensioni proporzionate allo sviluppo generale del corpo degli uccelli. Il diaframma polmonare è innervato da rami degli intercostali (1).

Rouget ammette i due diaframmi; considera quello toraco-addominale come il vero diaframma e lo chiama diaframma addominale. Vorrebbe perciò che al diaframma dorsale si conservasse il nome datogli da Perault di muscolo dei polmoni.

Tigri (2) nel 1871, niuna cura prendendosi della ricerca bibliografica, descrisse il diaframma dorsale del tacchino sostenendo che il diaframma degli uccelli fu da lui additato e descritto.

Gegenbaur (3) fa brevissima descrizione del diaframma dorsale.

Cadiat (4) afferma che negli uccelli il cuore non è separato dalla cavità peritoneale per mezzo di un setto trasverso paragonabile al diaframma, ma da due setti o due diaframmi tra i quali sono sacche aerifere.

Huxley (5) ricorda il diaframma dorsale chiamandolo " *pulmonary aponeurosis* „. Chiama " *costo pulmonary muscles* „ i fascetti che nascono dalle coste e si gettano su l'aponevrosi polmonare. Descrive le inserzioni del diaframma toraco-addominale che chiama " *oblique septum* „. Conferma che il diaframma dorsale è innervato da rami degli intercostali.

Parker (6) accenna ai due diaframmi della *Rhea macrorhyncha* e della *Rhea darwini*, che paragona con quelli del tacchino e della *Apterix*.

Campana (7) che ha fatto un lavoro esteso su l'apparecchio

---

(1) Sappey ha riprodotto il diaframma polmonare alle Fig. 1 e 2 della Tavola seconda. Nella parte descrittiva delle ricerche evitò di riferirsi ad un tipo speciale, ma per la esecuzione delle figure scelse tra i palmipedi l'anatra.

(2) Tigri A. — *Del muscolo diaframma negli uccelli.* Catania, 1871.

(3) Gegenbaur C. — *Grundzüge der vergleichenden Anatomie.* Leipzig, 1870.

(4) Cadiat. — *Du développement de la portion céphalo-thoracique de l'Embryon.* (Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. Paris, 1878).

(5) Huxley Th. — *On the respiratory organs of Apteryx.* (Proceedings of the zoological Society of London. 1882, Part III).

(6) Parker W. — *Note on the respiratory organs of Rhea.* (Proceedings of the zoological Society of London. 1883, Part II).

(7) Campana. — *Physiologie de la respiration chez les oiseaux.* Paris, 1875.

respiratorio del pollo, asserisce che: " Les oiseaux ne possèdent en réalité aucun diaphragme, ni complet, ni rudimentaire ".

Schneider descrive brevemente solo il diaframma dorsale.

Wiedersheim chiama vero diaframma il diaframma dorsale, descrive come fascia il diaframma toraco-addominale.

Gadow (1) ammette il diaframma dorsale e il diaframma toraco-addominale.

Le pieghe dei reni primitivi prendono parte alla costituzione del diaframma dorsale. Studierò prima la morfologia di questo setto, poi indagherò come le pieghe dei reni primitivi si sviluppano e come partecipano alla costituzione del diaframma.

Le disposizioni fondamentali del diaframma dorsale degli uccelli furono rese note da Coiter e da Perault, la descrizione particolareggiata di questo diaframma si deve a Sappey.

Dei risultati ottenuti dalle ricerche fatte sulla morfologia del diaframma dorsale credo utile riportare i seguenti.

Non deve considerarsi fascio diaframmatico quello che proviene dallo sterno; questo muscolo manda soltanto una debole espansione tendinea sull'aponevrosi polmonare.

La porzione fibrosa dei margini del diaframma dorsale si attacca alla superficie interna della prima e della seconda costa. La base del diaframma s'inserisce al corpo della penultima e dell'ultima vertebra dorsale ed alla penultima costa. Medialmente l'aponevrosi diaframmatica si fonde con l'aponevrosi che ricopre i muscoli cervicali ventrali profondi.

L'aorta perfora il diaframma in corrispondenza dell'estremo posteriore dei muscoli cervicali sulla linea mediana e dopo breve tragitto si rende nuovamente libera.

Il diaframma dorsale è innervato da rami degli intercostali (2).

---

(1) Gadow H. — Vögel. (Bronn's *Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs.* Leipzig, 1891).

(2) Nei mammiferi rami degli intercostali concorrono alla innervazione del diaframma.

Ricordano rami diaframmatici degli intercostali Colombo (Columbi R. *De re Anatomica,* libri XV. Parisii, 1572); Riolano (Riolani J. *Opera anatomica.* Lutetiae Parisiorum, MDCL); Heister (Heisteri L. *Compendium anatomicum.* Venetiis, MDCCLV); Palfin (Palfino G. *Anatomia chirurgica.* Venezia, MDCCLVIII); Luschka (Luschká H. *Die Anatomie des Menschen.* Tübingen, 1862); Schwalbe (Schwalbe G. *Leherbuch der Neurologie.* Erlangen, 1881).

Le arterie sono fornite da un ramo cospicuo che nasce dalla succlavia. Questo ramo passa immediatamente sotto l'estremo ventrale della prima costa e subito al di sopra dell' estremo ventrale della seconda, poi decorre nella superficie interna della cavità pleurica in prossimità dell'estremo inferiore della porzione vertebrale delle coste. Lungo il suo tragitto dà di tratto in tratto ramoscelli al diaframma.

Ed ora passiamo a studiare lo sviluppo delle pieghe dei reni primitivi negli uccelli.

Baer [1] osservò il diaframma dorsale in un embrione di pollo al diciannovesimo giorno di incubatura.

His [2] interpetrò come abbozzo del diaframma il tratto di fusione dei due foglietti del mesoderma. Baer aveva già veduto questa fusione, ma come abbozzo del diaframma fu interpetrata da His.

Uskow allo scopo di stabilire confronti con il diaframma dei mammiferi fece ricerche anche su lo sviluppo del diaframma dorsale del pollo. Afferma che la *massa longitudinale* contribuisce a fissare i polmoni con due prolungamenti laterali, uno

---

Pansini (*Del Plesso e dei Gangli proprii del Diaframma.* Progresso medico. Napoli, 1888) afferma che al plesso diaframmatico di piccoli mammiferi: cavie, conigli, sorci bianchi prendono parte anche rami provenienti dai tre ultimi nervi intercostali.

Cavalié (*De l'innervation du diaphragme par les nerfs intercostaux.* Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. Paris, 1896) fece ricerche accurate nell' uomo e giunse alle seguenti conclusioni. Un certo numero di rami dei 6 ultimi nervi intercostali va al diaframma; sembra che l'undecimo, l'ottavo ed il settimo siano i più fecondi, vengono in seguito il decimo, il dodicesimo ed il nono. I rami diaframmatici emanano dagli intercostali al momento che questi valicano le inserzioni del diaframma. I filetti diaframmatici sono 5 o 6 per ogni metà del diaframma.

Riguardo ai risultati ottenuti da Pansini debbo dichiarare che certamente rami degli intercostali si recano al diaframma, ma ad onta di accurate ricerche, non mi fu possibile verificare che partecipino alla innervazione di questo muscolo così largamente come vorrebbe Pansini.

Cavalié ebbe il torto di trascurare la bibliografia, riferisce ingiustamente a Luschka il merito di avere scoperta questa innervazione accessoria.

Ho potuto verificare che rami degli intercostali concorrono alla innervazione del diaframma nell'asino, nel cavallo, nella pecora, nel cane.

Così possiamo concludere che il diaframma dorsale è innervato negli uccelli dagli intercostali; che tra i mammiferi rami degli intercostali prendono parte alla innervazione del diaframma nei perissodattili, negli artiodattili, nei roditori, nei carnivori, nei primati.

(1) Baer K. E. — *Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere.* Königsberg, 1828.

(2) His W. — *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes.* Leipzig, 1868.

destro, uno sinistro. Dalla presenza di questi due prolungamenti ne deriva che non è facile trovare nel pollo quella porzione del diaframma dorsale che corrisponde alla parte media del diaframma dorsale del coniglio. Nel coniglio la porzione mediana del diaframma dorsale risiede lungo la superficie dorsale del fegato, nel pollo risiede lungo la superficie ventrale dei polmoni.

Le pieghe dei reni primitivi sono negli uccelli come nei sauri strettamente legate nel loro sviluppo allo sviluppo del corpo di Wolff, del condotto di Wolff e del condotto di Müller.

Coloro che si occuparono dello sviluppo del corpo di Wolff, del condotto di Wolff e del condotto di Müller accennarono alle pieghe dei reni primitivi ma non dettero loro quel significato che ad esse deve attribuirsi. E poi agli embriologi è caduta sott'occhio solo la porzione di queste pieghe che è chiaramente in rapporto con il corpo di Wolff, con il condotto di Wolff, con il condotto di Müller e la osservarono solamente nei primi stadi di sviluppo e ad essa non dettero importanza di sorta. Non ricordano gli embriologi invece la porzione craniale delle pieghe dei reni primitivi, quella porzione appunto che concorre alla formazione del diaframma dorsale e inizia lo sviluppo delle pieghe.

Per le ricerche sullo sviluppo delle pieghe dei reni primitivi negli uccelli ho scelto embrioni di pollo.

Le pieghe dei reni primitivi appariscono in embrioni di 5 giorni, tese obliquamente dall'alto al basso, dall'esterno all'interno, dall'indietro all'innanzi tra la parete laterale del corpo da una parte, il *septum trasversum* ed il legamento polmonare accessorio dall'altra (Fig. 4). A questo stadio è già sviluppato il condotto di Müller che presenta rapporti intimi con le pieghe.

Appena negli embrioni di 5 giorni finisce caudalmente nei tagli trasversi la parete dei canali di Cuvier, si incomincia a vedere l'estremo craniale delle pieghe dei reni primitivi.

Le pieghe (Fig. 4) sono limitate dorsalmente dalla cavità celomatica e dalle vene cardinali posteriori; ventralmente sono limitate prima dalla cavità celomatica e dal seno venoso, più in dietro sono limitate ugualmente dalla cavità celomatica, ma a destra prendono rapporto intimo con la parete della vena

cava posteriore, a sinistra incontrano tessuto epatico; cranialmente si fondono con la parete dei canali di CUVIER; caudalmente presentano un margine libero nella cavità celomatica, rivolto in dietro; lateralmente seguitano con il connettivo della parete laterale del corpo; medialmente si fondono con il *septum transversum* e con il legamento polmonare accessorio.

Poco prima che finiscano le piege dei reni primitivi si vede nella superficie dorsale di esse un ispessimento dell'epitelio celomatico (Fig. 4) come trovasi nei sauri (confronta Fig. 1 e 2). Finite le pieghe questo ispessimento epiteliale seguita nella parete laterale della cavità celomatica (Fig. 5) su la quale si sposta obliquamente in alto e in dietro. Di questa striscia di epitelio celomatico ispessito si trova il limite caudale ventralmente alle vene cardinali posteriori (Fig. 6). Questo ispessimento dell'epitelio provvede alla formazione dell'ostio addominale del condotto di MÜLLER. Ho voluto descrivere e disegnare questa striscia di epitelio per mostrare l' intimo rapporto, come nei sauri, tra piega del rene primitivo e condotto di MÜLLER e poi perchè non trovo descritta questa disposizione dell' epitelio nei lavori di coloro che studiarono accuratamente nel pollo lo sviluppo del condotto di MÜLLER come BORNHAUPT (1), WALDEYER (2), SERNOFF (3), GASSER (4), HOFFMANN (5).

Giunta la striscia di epitelio celomatico ventralmente alle vene cardinali posteriori (Fig. 6) apparisce sostenuta da un piccolo rilievo connettivale, dipendenza del connettivo del dorso.

---

(1) BORNHAUPT TH. (*Untersuchungen über die Entwickelung des Urogenitalsystems beim Hühnchen.* Riga, 1867) accenna a rapporto del condotto di MÜLLER con l'abbozzo del legamento frenico del rene primitivo. Ma alla Fig. 12 della Tav. I, ove questo rapporto dovrebbe essere illustrato, si vede il condotto di MÜLLER posto sulla parete dorsale del celoma e ventralmente ai polmoni si vede l'abbozzo del diaframma dorsale che non ha rapporto di sorta con il condotto di MÜLLER.

(2) WALDEYER W. — *Eierstock und Ei.* Leipzig, 1870.

(3) SERNOFF D. — *Zur Frage über die Entwickelung der Samenröhrchen des Hodens und der* MÜLLER' *schen Gänge.* (Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, N. 31. 1874).

(4) GASSER E. (*Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Allantois der* MÜLLER' *schen Gänge und des Afters.* Frankfurt a. M., 1874) afferma che in embrione di 8 giorni il condotto di MÜLLER arriva, a sinistra, subito sotto al diaframma, a destra finisce un po' prima.

(5) HOFFMAN C. K. — *Étude sur le développement de l' appareil uro-génital des Oiseaux.* Amsterdam, 1892.

Più in dietro la striscia si cambia in scanalatura (Fig. 6) e costituisce l'ostio addominale del condottò di Müller. Procedendo caudalmente nell'esame delle sezioni in serie trovasi che la scanalatura seguita nel condotto di Müller il quale è compreso nel connettivo che accoglie i canaliculi del corpo di Wolff ed il condotto di Wolff. In mezzo a questo connettivo il condotto di Müller prima è situato ventralmente, poi si sposta lateralmente e dorsalmente a misura procede in dietro.

In questo stadio esiste solo l'estremo craniale delle pieghe dei reni primitivi; anche nei sauri abbiamo trovato che si sviluppa prima l'estremo craniale. Nei sauri, in stadi molto giovani, trovasi il corpo di Wolff fino al livello dell'estremo craniale della cavità celomatica, quindi al di sopra dell'estremo cefalico delle pieghe. Negli uccelli invece l'estremo craniale delle pieghe è situato più innanzi del corpo di Volff, quindi al loro apparire le pieghe non sono in rapporto con il corpo di Wolff, ma esiste però rapporto intimo, come nei sauri, tra pieghe e condotto di Müller.

In embrione di 6 giorni si trova che le pieghe dei reni primitivi si sono sviluppate per tutta la loro estensione, ma sono assai basse; all'estremo craniale si è aggiunto il resto. In embrioni di 8 giorni le pieghe presentano i medesimi rapporti che nell'embrione di 6 giorni, ma sono assai meglio sviluppate. Descriverò ed illustrerò con figure i rapporti delle pieghe in embrioni di 8 giorni.

In embrioni di 8 giorni, poco prima che finisca la unione delle pieghe dei reni primitivi al resto del diaframma dorsale si scorge nella superficie superiore del diaframma dorsale l'ostio addominale del condotto di Müller (Fig. 7).

Finito il rapporto delle pieghe con il resto del diaframma dorsale le pieghe rimangono libere con il loro margine ventrale nella cavità celomatica (Fig. 8) e recano su questo margine, prima l'ostio addominale del condotto di Müller, poi il condotto di Müller. Le pieghe, che sono unite lateralmente alla parete laterale del corpo, si spostano su questo in alto e in dietro a misura procedono caudalmente e vanno ad unirsi al connettivo che accoglie il corpo di Wolff ed il condotto di Wolff (Fig. 9). Il condotto di Müller percorre obliquamente dall'innanzi all'indietro, dal basso all'alto la superficie laterale del corpo di Wolff.

In questo stadio si vede chiaramente come le pieghe prendono parte alla costituzione del diaframma dorsale, si possono differenziare dal resto del diaframma dorsale per la presenza nella loro superficie superiore di epitelio celomatico inspessito. I loro rapporti con il condotto di Müller e con il corpo di Wolff ci presentano mirabile rassomiglianza con le disposizioni trovate nei sauri (confronta Fig. 1, 2, 3).

Al decimo giorno d'incubazione gli ovidutti appariscono cranialmente in un piccolo spazio che risiede nel connettivo della base dei polmoni, uniti con una corta piega a questo connettivo; dopo brevissimo decorso la piega passa ad inserirsi nella superficie laterale del corpo di Wolff.

In embrione di 14 giorni il diaframma dorsale è bene costituito, provvisto già dei fascetti muscolari. Esiste solo il condotto di Müller di sinistra che ha perduto ogni rapporto con il polmone.

Mammiferi.

In altro lavoro dimostrai che le pieghe dei reni primitivi prendono parte nei mammiferi alla costituzione del diaframma dorsale. Ora che conosciamo quale parte prendono allo sviluppo del diaframma dorsale le pieghe dei reni primitivi nei sauri, nei cheloni e negli uccelli, voglio più estesamente studiare lo sviluppo di queste pieghe nei mammiferi per avere copioso materiale allo scopo di stabilire omologie.

Studierò anche lo sviluppo del legamento diaframmatico del rene primitivo e così ci renderemo ragione dell'intimo rapporto che esiste tra reni primitivi e diaframma dorsale.

Uskow e Ravn (1) ammisero che pieghe dorsali e pieghe ventrali chiudano il recesso parieto-dorsale.

Lockwood (2) riguardo allo sviluppo del diaframma dorsale si esprime in questa guisa: " The dorsal diaphragm is an ingrowth from the body wall into the recessus pulmonalis ".

---

(1) Ravn Ed. — *Ueber die Bildung der Scheidewand zwischen Brust — und Bauchhöhle in Säugethierembryonen.* (Archiv. für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. 1889).

(2) Lockwood C. B. — *The early development of the pericardium, diaphragm, and great veins.* (Philosophical Transactions, Vol. 179. London, 1888).

Brachet (1) ha descritto sotto il nome di *membrane pleuro-peritoneali* le pieghe dei reni primitivi. Descrive in queste membrane, ai primi stadi di sviluppo, un margine anteriore inserito sulla parete posteriore concava del canale di Cuvier; un margine superiore situato in dentro del rilievo che forma la vena cardinale sulla parete dorsale del celoma; un margine inferiore inserito sulla faccia dorsale della membrana pleuro-pericardica immediatamente in dentro della sua inserzione alla parete laterale del corpo; un margine posteriore concavo, libero nel celoma. Alle sue due estremità dorsale e ventrale questo margine si continua in due rilievi (pilastri di Uskow). Brachet conserva questa denominazione facendo però osservare che i pilastri sono parti di una stessa membrana. Le membrane pleuro-peritoneali hanno due facce una interna che contorna il polmone ed una esterna libera separata dalla parete laterale del corpo per mezzo di un diverticolo della cavità celomatica. Il trasporto in avanti della parte anteriore dei canali di Cuvier, combinato alla riduzione del loro calibro ed allo sviluppo delle pareti del corpo e degli organi vicini ha condotto alla formazione di queste membrane. Le membrane pleuro-peritoneali, al loro apparire, esisterebbero da un solo lato del corpo, dal lato sinistro.

Anche Swaen (2) descrive, più brevemente di Brachet, le membrane pleuro-peritoneali.

Ed ora studiamo come si sviluppano le pieghe dei reni primitivi nei mammiferi. Ho scelto per materiale di studio embrioni di cavia.

In stadi molto giovani, in embrioni lunghi 5 $^1/_2$ mm. si osserva a sinistra, appena sparito caudalmente nei tagli trasversi il lume del canale di Cuvier, uno ispessimento di tessuto connettivo limitato medialmente e lateralmente dalla cavità celomatica, dorsalmente e ventralmente dalle sezioni del canale di Cuvier. Questo ispessimento non è altro che la parete del canale di Cuvier, la quale in due tagli sparisce. Ventralmente, sul

---

(1) Brachet A. — *Recherches sur le développement du Diaphragme et du Foie chez le lapin.* (Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. Paris, 1895).

(2) Swaen A. — *Recherches sur le développement du foie, du tube digestif, de l'arrière-cavité du péritoine et du mésentère.* (Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. Paris, 1896. 1897).

septum transversum si vede anche nei tagli successivi un residuo di questo tessuto che si sposta un po' medialmente e che potrebbe essere interpetrato come pilastro ventrale di Uskow. Anche questo tessuto deve essere considerato come parete del canale di Cuvier il quale seguita ad essere colpito nella sua convessità. Lo spostamento di questo tessuto sul *septum transversum* si comprende facilmente quando si ricorda che il canale di Cuvier da questo lato, verso l'estremo ventrale, si sposta un po' medialmente. Nel lato destro il canale di Cuvier è più corto e va quasi rettilineo al seno venoso, quindi i tagli trasversi decorrono quasi parallelamente all'asse del canale, nè si possono avere da questo lato le disposizioni che ho descritte a sinistra. Furono certamente queste disposizioni che fecero credere che l'abbozzo della piega dei reni primitivi apparisca solo a sinistra.

In embrione lungo 6 mm. esistono le pieghe dei reni primitivi bene manifeste (Fig. 10) tese obliquamente tra il connettivo che è al di sotto delle vene cardinali da una parte e la parete laterale del corpo ed il *septum transversum* dall'altra, limitate lateralmente e medialmente dalla cavità celomatica. Hanno le pieghe forma semilunare con il margine concavo libero nella cavità celomatica rivolto caudalmente; con il margine convesso attaccato alle pareti dorsale e laterale della cavità celomatica ed al *septum transversum.*

La parte media delle pieghe è poco estesa, in fatti dopo un pajo di tagli ne è interessato tutto lo spessore. Tagliata la porzione media della piega rimangono bene evidenti gli estremi dorsale e ventrale di essa (Fig. 11), i così detti pilastri di Uskow; ciò dimostra che il margine libero è concavo. L'estremo dorsale della piega sporge al di sotto delle vene cardinali, quello ventrale sporge dalle pareti laterali del corpo. Mentre l'estremo dorsale mantiene, dirigendosi caudalmente, la stessa posizione al davanti delle vene cardinali, il prolungamento ventrale invece si sposta un po' medialmente e passa in parte dalla parete laterale del corpo sul *septum transversum.* In stadi più giovani la piega non raggiunge il *septum transversum,* ma si mantiene in rapporto con la parete laterale del corpo. Gli estremi dorsale e ventrale della piega cessano quasi allo stesso livello, un po' prima cessa quello dorsale. Verso la fine del-

l' estremo dorsale in corrispondenza della base di questo, appariscono canaliculi del corpo di Wolff.

In stadi molto giovani esistono solamente i pilastri dorsali. Questo fatto messo insieme con gli altri sopra notati che cioè in certi stadi le pieghe dei reni primitivi sono in rapporto lateralmente solo con la parete laterale del corpo e poi in stadi più avanzati raggiungono anche il *septum transversum*, ci dimostra che la piega prende origine dalla parete dorsale della cavità celomatica e poi si estende alla parete laterale e al *septum transversum*. Negli uccelli le pieghe dei reni primitivi, ai primi stadi di sviluppo, si presentano nello estremo craniale unite con larga base alle pareti laterali del corpo, ma si estendono in alto tanto che vengono ad essere limitate dorsalmente, come nei mammiferi, dalle vene cardinali posteriori.

Delle pieghe dei reni primitivi appariscono, come nei rettili e negli uccelli, prima gli estremi craniali. Nei mammiferi le pieghe dei reni primitivi si sviluppano per tutta la loro estensione assai tardi come vedremo in seguito.

In embrione con lunghezza massima di 9 mm., con lunghezza nucale di 8 $^1/_2$ mm. le pieghe si presentano assai estese in direzione dorso-ventrale ed appariscono come porzione del diaframma dorsale; hanno gli stessi rapporti che nell'embrione di 6 mm. Si sono allungate molto caudalmente anche nella parte mediana, in fatti necessitano parecchi tagli ad inciderle per tutta l'estensione. Il margine libero è lievemente concavo. Il tessuto epatico si è spinto molto dorsalmente tanto che quasi raggiunge l'estremo ventrale delle pieghe.

In questo stadio le pieghe dei reni primitivi presentano una nuova disposizione molto interessante. Dopo alcuni tagli dalla loro apparizione si scorge nella superficie laterale un leggiero avvallamento situato immediatamente al davanti delle vene cardinali. Questo avvallamento va lievemente approfondandosi a misura procede caudalmente e percorre la superficie laterale della piega (Fig. 12) per tutta l'estensione; è rivestito da epitelio cilindrico basso e non è altro che l'ostio addominale del condotto di Müller. Così a questo stadio le pieghe dei reni primitivi ci appariscono anche nei mammiferi come mesosalpinge.

Finita la superficie laterale delle pieghe, l'ostio addominale

del condotto di Müller resta in quella porzione delle pieghe che rimane al davanti delle vene cardinali (Fig. 13). Siccome discendendo caudalmente l'ostio addominale passa sul margine ventrale delle pieghe e poi decorre un po' medialmente a questo margine, così ci apparisce nei tagli trasversi in questa ultima porzione, aperto medialmente (Fig. 13). A questo livello sono nella base delle pieghe canaliculi del corpo di Wolff.

All'ostio addominale del condotto di Müller fa seguito il condotto di Müller il quale è compreso nel connettivo che accoglie il corpo ed il canale di Wolff. Nel corpo di Wolff il condotto di Müller prima è situato ventralmente, poi a misura procede caudalmente si sposta lateralmente e dorsalmente come negli uccelli. A questo stadio il condotto di Müller è privo di piega, gli spostamenti avvengono nel corpo di Wolff. Le pieghe dal lato dorsale si estendono caudalmente solo per quanto è esteso l'ostio addominale del condotto di Müller, il condotto di Müller è privo di piega.

Da quanto ho sopra esposto apparisce perfetta omologia tra pieghe dei reni primitivi dei rettili, degli uccelli e dei mammiferi.

Ed ora studiamo come si sviluppa il legamento diaframmatico del rene primitivo. Lo sviluppo di questo legamento ha intima relazione con lo sviluppo delle pieghe dei reni primitivi, così avremo opportunità di seguire lo sviluppo delle pieghe dei reni primitivi in stadi ulteriori a quelli fino a qui studiati.

Nitzsch [1] descrive rapporti tra diaframma, tube uterine e corni uterini.

Kölliker [2] afferma che in corrispondenza dell'estremità anteriore del corpo di Wolff la piega del corpo di Wolff si prolunga in una piccola piega libera, in forma di arco, che va a raggiungere il diaframma presentando due o tre prolungamenti. Kölliker che richiamò su questa piega l'attenzione degli embriologi, le pose il nome di legamento diaframmatico del rene primitivo (*Zwerchfellsband der Urniere*).

Mihalkovics [3] crede che la piega tubaria seguiti con la sua

---

(1) Nitzsch C. L. — *Ueber die vordern runden Mutterbänder in Säugthieren.* (Meckel 's Archiv. Zweiter Band. 1816).

(2) Kölliker A. — *Entwicklungsgeschichte.* Leipzig, 1879.

(3) von Mihalkovics G. — *Untersuchungen über die Entwickelung des Harn — und*

estremità prossimale nel legamento diaframmatico del rene primitivo il quale si attacca al diaframma. Questo legamento non sarebbe altro che la parte più anteriore della primitiva eminenza uro-genitale nella quale nessun canaliculo del rene primitivo venne a svilupparsi, corrisponderebbe al tratto nel quale era situato il pronephros.

Per Hertwig (1) e per Bonnet (2) il legamento diaframmatico del rene primitivo è l'estremo anteriore della piega che fissa il rene primitivo alla parete dorsale.

Minot (3) considera, come Mihalkovics il legamento diaframmatico del rene primitivo, quale porzione della piega tubaria.

Queste sono le notizie che si hanno sullo sviluppo del legamento diaframmatico del rene primitivo. Nessuno ha studiato accuratamente il suo sviluppo, nessuno ha spiegato il suo rapporto con il diaframma.

Abbiamo già veduto come si comportano le pieghe dei reni primitivi in embrione di 9 mm.

In embrione lungo 10 ½ mm. le pieghe hanno le stesse disposizioni che nell'embrione precedente.

In embrione di 12 mm. sulla piega del rene primitivo (fusa oramai nel suo estremo craniale con il resto del diaframma dorsale) non esiste più l'ostio addominale del condotto di Müller, ma però esiste sempre un intimo rapporto tra diaframma dorsale e pieghe dei reni primitivi. In fatti poco prima che finisca caudalmente la cavità pleurica si vede che il diaframma dorsale con il suo estremo laterale seguita nelle pieghe dei reni primitivi (Fig. 14). A misura si procede caudalmente nell'esame delle sezioni si vedono attaccate all'estremo laterale dei pilastri le pieghe dei reni primitivi che contengono il condotto di Müller (Fig. 14), il corpo di Wolff, il condotto di Wolff. Le pieghe si sono allungate in direzione dorso-ventrale.

Anche in embrione lungo 18 mm. le pieghe dei reni primitivi mantengono intimo rapporto con il diaframma, ma questo

---

Geschlechtsapparates der Amnioten. (Internationale Monatsschrift f. Anatomie u. Physiologie. Bd. II. 1885).

(1) Hertwig O. — *Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte* Jena, 1886.

(2) Bonnet R. — *Grundriss der Entwickelungsgeschichte.* Berlin, 1891.

(3) Minot C. — *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte.* Deutsche Ausgabe von S. Kaestner. Leipzig, 1894.

rapporto è meno intimo che nell'altro embrione. Le pieghe in sezione trasversa appariscono nei primi tagli come un piccolo rilievo conico unito per la base alla superficie ventrale dell'estremo laterale del pilastro diaframmatico. Perduto il rapporto con il diaframma le pieghe rimangono fissate alla parete dorsale. Contengono, al solito, condotto di Müller, corpo di Wolff, condotto di Wolff.

In embrione di 33 mm. le pieghe dei reni primitivi hanno perduto ogni rapporto con il diaframma, sorgono al di sotto di questo dalla parete dorsale del corpo (Fig. 15). Dorsalmente al corpo di Wolff si è sviluppata una piega (Fig. 15) la quale, insieme a quella che fino ad ora ho descritto come piega del rene primitivo, costituirà il mesosalpinge.

In embrione lungo 39 mm. si incontrano le pieghe anche più caudalmente. Al loro apparire e per un tratto non breve si mostrano prive del corpo di Wolff, del condotto di Wolff e del condotto di Müller.

In embrione lungo 46 mm. le pieghe incominciano anche più in dietro che nell'embrione precedente tra la parete laterale del corpo e la superficie laterale del rene. Sono molto allungate in direzione dorso-ventrale, appariscono chiaramente come mesosalpinge. Nell' estremo craniale sono sprovviste di corpo di Wolff, di condotto di Wolff e di condotto di Müller.

Da quanto ho sopra esposto si comprende che il così detto legamento diaframmatico del rene primitivo non è altro che la porzione delle pieghe dei reni primitivi la quale non diventando nè diaframma dorsale, nè mesosalpinge, si atrofizza.

La porzione craniale delle pieghe dei reni primitivi prende parte alla costituzione del diaframma dorsale, a questa fa seguito il così detto legamento diaframmatico del rene primitivo il quale continua nel mesosalpinge. Così si comprende chiaramente perchè il legamento diaframmatico del rene primitivo è in rapporto cranialmente con il diaframma dorsale, caudalmente con la piega che accoglie condotto di Müller, corpo di Wolff, condotto di Wolff.

Conclusioni.

Le pieghe dei reni primitivi sono due membrane peritoneali che accolgono il condotto di Wolff, il corpo di Wolff, il condotto di Müller. Negli individui adulti sostengono gli ovidutti; in alcuni animali sostengono i canaliculi efferenti del testicolo (anuri, urodeli, cheloni), gli epididimi (sauri). Trovansi nelle pieghe dei reni primitivi i resti embrionali dell'apparecchio uro-genitale (anfibi, rettili).

Appena apparisce nella filogenesi il diaframma dorsale, le pieghe dei reni primitivi contribuiscono a formarlo.

Nei selaci talora mancano le pieghe dei reni primitivi nelle femmine; mancano nei maschi; quando nelle femmine esistono anche bene sviluppate sono per un tratto non breve interrotte e adempiono esclusivamente l'ufficio di mezzi di sostegno. I selaci non posseggono quindi diaframma dorsale ed i selaci sono i pesci che hanno meglio sviluppati gli ovidutti, gli epididimi ed i canali deferenti.

Negli anuri e negli urodeli le pieghe dei reni primitivi esistono bene sviluppate nelle femmine, sono rudimentarie nei maschi. Servono unicamente a sostenere gli ovidutti ed i canaliculi efferenti. Non si può ammettere negli anuri e negli urodeli il diaframma dorsale perchè la piega che contribuirà a costituire nella filogenesi il diaframma dorsale adempie in questi animali esclusivamente l' ufficio di mezzo di sostegno per gli ovidutti e per i canaliculi efferenti.

Nei pesci e negli anfibi fu erroneamente considerato diaframma il setto che in parte è unito alla superficie posteriore del pericardio, in parte è situato lateralmente a questa membrana. Questo setto non è altro che la parete craniale della cavità viscerale costituita dal peritoneo; corrispondente alla parete craniale della cavità celomatica. Nè devono in conseguenza essere considerati fasci diaframmatici, come si fa ordinariamente, quelli che unendosi al peritoneo contribuiscono a limitare cranialmente la cavità viscerale: sono fasci della muscolatura addominale che vengono a prendere inserzione cranialmente e medialmente. Gli anatomici hanno avuto il torto di voler trovare nella filogenesi il diaframma provvisto di fibre muscolari, mentre

il primo accenno a questo setto è rappresentato da pieghe costituite di tessuto connettivo, e tale del resto ci apparisce anche nella ontogenesi, nei primi stadi di sviluppo, il diaframma aponevrotico-muscolare degli uccelli e dei mammiferi. Le fibre muscolari entrano nel diaframma come formazione secondaria.

Tra i rettili le pieghe dei reni primitivi esistono bene sviluppate nelle femmine e nei maschi dei sauri; nelle femmine dei serpenti e dei cheloni; mancano nei maschi dei serpenti; sono rudimentarie nei maschi dei cheloni.

Il primo accenno al diaframma dorsale si trova nei sauri e nei cheloni, rappresentato dalla porzione craniale delle pieghe dei reni primitivi. Nei serpenti non esiste traccia di diaframma dorsale. Nei cheloni vengono descritti a torto come fasci diaframmatici quelli che contribuiscono a limitare la parete anteriore della cavità viscerale; questi fasci hanno lo stesso significato di quelli che esistono nella parete anteriore della cavità viscerale dei pesci e degli anfibi.

Nei sauri le pieghe dei reni primitivi si sviluppano dal connettivo che trovasi nella superficie ventrale del corpo di Wolff. Il corpo di Wolff è unito per mezzo di queste pieghe alle pareti laterali del celoma, alla membrana pleuro-pericardica, al fegato. Della piega prima si sviluppa l'estremo craniale.

Le pieghe fino dalla loro origine hanno intimo rapporto con il condotto di Müller. In fatti fino da quando esiste solo l'estremo craniale della piega si vede nella superficie mediale e laterale di essa epitelio celomatico inspessito che formerà l'ostio addominale del condotto di Müller. Quando la piega si è sviluppata per tutta la sua estensione contiene nel margine ventrale il condotto di Müller e ci apparisce come piega di sostegno del condotto di Müller.

L'abbozzo del condotto di Müller inizia nei sauri su l'estremo craniale della piega del rene primitivo.

Il diaframma dorsale degli uccelli è una lamina muscolo-aponevrotica che fissa contro la colonna vertebrale, contro le coste e contro gli spazi intercostali la superficie dorsale dei polmoni e sostiene di questi organi la superficie ventrale. Il diaframma dorsale degli uccelli è innervato da rami degli intercostali; nei mammiferi alla innervazione del diaframma contribuiscono rami degli intercostali. Il diaframma dorsale degli uccelli è vascolarizzato da un ramo proveniente dalla succlavia.

Le pieghe dei reni primitivi prendono parte anche negli uccelli alla costituzione del diaframma dorsale. Appariscono in embrioni di pollo di 5 giorni tese tra la parete laterale del corpo da una parte, il *septum trasversum* ed il legamento polmonare accessorio dall' altra. Sono limitate dorsalmente dalla cavità celomatica e dalle vene cardinali posteriori; ventralmente sono limitate prima dalla cavità celomatica e dal seno venoso, più in dietro sono limitate egualmente dalla cavità celomatica, di più a destra prendono intimo rapporto con la parete della vena cava posteriore, a sinistra incontrano tessuto epatico; cranialmente si fondono con la parete dei canali di Cuvier; caudalmente presentano un margine libero nella cavità celomatica; lateralmente seguitano con il connettivo della parete laterale del corpo; medialmente si fondono con il *septum transversum* e con il legamento polmonare accessorio.

Anche negli uccelli si sviluppano prima gli estremi craniali delle pieghe. Questi estremi craniali sono situati più innanzi del corpo di Wolff, quindi al loro apparire le pieghe non sono in rapporto con il corpo di Wolff e sono situate con la base nella parete laterale del celoma, mentre nei sauri la base è nella parete dorsale, ma si estendono in alto tanto che vengono ad essere limitate dorsalmente dalle vene cardinali posteriori.

All'apparire delle pieghe manca il rapporto con il corpo di Wolff, ma non manca il rapporto con il condotto di Müller; in fatti nella superficie dorsale delle pieghe si scorge, come nei sauri, un ispessimento dell'epitelio celomatico che è l' abbozzo del condotto di Müller.

Quando le pieghe si sono bene sviluppate per tutta la loro estensione si vedono fuse nel loro estremo craniale con il diaframma dorsale. Cessato nei tagli trasversi disposti in serie il diaframma, si vede che questo seguita nelle pieghe dei reni primitivi le quali sono fissate con la base alla parete laterale del corpo. Decorrendo obliquamente dall' innanzi all' indietro su questa parete le pieghe vanno ad unirsi al connettivo che accoglie corpo di Wolff e condotto di Wolff. Nel loro margine libero contengono prima l'ostio addominale del condotto di Müller e poi il condotto di Müller.

Anche negli uccelli l'abbozzo del condotto di Müller apparisce sugli estremi craniali delle pieghe dei reni primitivi.

Nei mammiferi, come nei rettili e negli uccelli, le pieghe dei reni primitivi prendono parte alla costituzione del diaframma dorsale.

Le pieghe appariscono in forma di rilievo conico costituito dal connettivo che è situato ventralmente alle vene cardinali posteriori. In stadi più avanzati la formazione delle pieghe si estende alla parete laterale del celoma e al *septum transversum*. Completamente costituite le pieghe hanno forma semilunare con il margine libero concavo, rivolto caudalmente; con il margine aderente fissato alla parete dorsale e laterale del celoma e al *septum transversum*. Prima si sviluppa l'estremo cefalico della piega il quale, come negli uccelli, e per la stessa ragione, non è in rapporto con il corpo di Wolff. In embrioni di 6 mm. le pieghe si sono già messe in rapporto con il corpo di Wolff.

In embrioni di 9 mm. si trova l'ostio addominale del condotto di Müller nella superficie laterale delle pieghe le quali a questo stadio sono già fuse con il resto del diaframma dorsale e ci appariscono come mesosalpinge. Cessata la unione con il diaframma dorsale, le pieghe seguitano caudalmente accogliendo in sè corpo di Wolff, condotto di Wolff, condotto di Müller.

La porzione craniale delle pieghe dei reni primitivi prende parte alla costituzione del diaframma dorsale; la porzione media si atrofizza, e diviene il così detto legamento diaframmatico del rene primitivo; la porzione caudale costituisce il mesosalpinge. Così si comprende chiaramente perchè il legamento diaframmatico del rene primitivo è in rapporto cranialmente con il diaframma e caudalmente con la piega che accoglie corpo di Wolff, condotto di Wolff, condotto di Müller.

Il legamento diaframmatico del rene primitivo non è quindi altro che la porzione delle pieghe dei reni primitivi la quale non diventando nè diaframma dorsale, nè mesosalpinge, si atrofizza.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IV.

A. — Aorta.
A. c. M. — Abbozzo dell' ostio addominale del condotto di Müller.
A. p. — Abbozzo dei polmoni.
C. C. — Canale di Cuvier.
C. c. — Cavità celomatica.
C. M. — Canale di Müller.
C. W. — Corpo di Wolff.
D. d. — Diaframma dorsale.
Es. — Esofago.
L. p. — Legamento polmonare.
L. p. a. — Legamento polmonare accessorio.
O. c. M. — Ostio addominale del condotto di Müller.
P. — Polmone.
P. r. p. — Piega del rene primitivo.
R. s. o. — Recesso anteriore del sacco dell' omento.
R. s. — Recesso sinistro.
S. v. — Seno venoso.
T. e. — Tessuto epatico.
T. p. — Tubo polmonare.
V. c. — Vena cardinale.

Fig. 1. Sezione trasversale di embrione di *Lacerta agilis* con lunghezza massima di 5 mm., con lunghezza massima della testa di $2\,{}^1/_2$ mm. A destra si vede la piega del rene primitivo e su questa l' abbozzo dell' ostio addominale del condotto di Müller. A sinistra si vede un po' più cranialmente il prolungamento della cavità celomatica, che limita la piega.

» 2. Sezione trasversale dello stesso embrione eseguita un po' più caudalmente. A sinistra è la piega del rene primitivo, a destra è il corpo di Wolff sprovvisto di piega, con l'abbozzo dell'ostio addominale del condotto di Müller.

» 3. Sezione trasversale di embrione di *Lacerta agilis* con la lunghezza massima di $8\,{}^1/_2$ mm., con la lunghezza massima della testa di $4\,{}^1/_2$ mm. Si vede la piega del rene primitivo situata dorsalmente e ventral-

mente al corpo di Wolff, nel margine ventrale libero la piega contiene l' ostio addominale del condotto di Müller. Il corpo di Wolff ha subìto uno spostamento lateralmente e ventralmente.

Fig. 4. Sezione trasversale d' embrione di pollo di 5 giorni. Si vedono gli estremi cefalici delle pieghe dei reni primitivi. Nella superficie dorsale delle pieghe trovasi epitelio celomatico inspessito che è l'abbozzo dell' ostio addominale del condotto di Müller.

» 5. Sezione trasversale dello stesso embrione. L'abbozzo dell'ostio addomiminale del condotto di Müller è passato nella parete laterale della cavità celomatica.

» 6. Sezione trasversale dello stesso embrione. L'abbozzo dell'ostio addominale del condotto di Müller ha raggiunto la superficie dorsale della cavità celomatica.

» 7. Sezione trasversale d' embrione di pollo di 8 giorni. Esiste il diaframma dorsale e nella superficie dorsale di esso è l' ostio addominale del condotto di Müller.

» 8. Sezione trasversale dello stesso embrione. Finita la unione della piega del rene primitivo con il resto del diaframma dorsale le pieghe rimangono ventralmente libere, e contengono l' ostio addominale del condotto di Müller.

» 9. Sezione trasversale del medesimo embrione. Le pieghe dei reni primitivi si sono unite al corpo di Wolff.

» 10. Sezione trasversale di embrione di cavia con lunghezza massima di 6 $^1/_2$ mm., con lunghezza massima della testa di 4 mm.; si vede l' estremo craniale della piega del rene primitivo.

» 11. Sezione trasversale dello stesso embrione. Si vedono gli estremi dorsale e ventrale della piega del rene primitivo.

» 12. Sezione trasversale di embrione di cavia con lunghezza massima di 9 mm., con lunghezza nucale di 8 $^1/_2$ mm. Le pieghe dei reni primitivi si sono fuse con il resto del diaframma dorsale. Nella superficie laterale del diaframma dorsale si scorge l' ostio addominale del condotto di Müller.

» 13. Sezione trasversale dello stesso embrione. Il diaframma seguita dal lato dorsale nella piega del rene primitivo che sostiene l' ostio addominale del condotto di Müller. L' ostio addominale passando sul margine ventrale della piega si è posto nella superficie mediale di questa.

» 14. Sezione trasversale d' embrione di cavia lungo 12 mm. In questo stadio non esiste più l' ostio addominale del condotto di Müller sul diaframma dorsale, ma questo ha sempre rapporto intimo con le pieghe dei reni primitivi.

» 15. Sezione trasversale di embrione di cavia di 33 mm. Le pieghe dei reni primitivi hanno perduto ogni rapporto con il diaframma dorsale, sorgono dalla superficie dorsale della cavità addominale.

....

R. V. MATTEUCCI

LE ROCCE PORFIRICHE DELL' ISOLA D' ELBA

APLITE PORFIRICA

(CON 3 TAVOLE IN ELIOTIPIA)

I.

Introduzione.

L' Isola d' Elba, oramai quasi per tradizione, non solo orograficamente, anche geologicamente può venir divisa in tre parti nettissimamente distinte.

La parte occidentale, come è noto, è costituita da un massivo granitico di natura profonda, circondato da una corona di svariatissime rocce metamorfiche addossate al suo piede ed intersecate da numerosi filoni acidi. La parte orientale è formata dall' ala Est di una sinclinale costituita da una complicata serie di terreni che vanno dagli schisti primitivi ai calcari ed arenarie dell'eocene superiore. Un complesso sedimentario eocenico, caratteristicamente e quasi sempre concordantemente intercalato con un porfido granitico di natura filoniana profonda, ne forma la parte mediana.

Questo, lo sguardo complessivo alla geologia dell' Isola d'Elba; ma ciò non devesi intendere in senso assoluto perchè se, come trasparisce da quanto ho detto, l' architettura geologica ha una facies tutta sua propria nelle diverse tre parti, non si esclude per esempio che gli strati eocenici siano sovrabbondantemente sviluppati nella parte media e qualche lembo comparisca anche in quella occidentale, come pure che il porfido granitico si affacci anche — quantunque in ristrette zone — in entrambe le parti orientale ed occidentale. Il porfido però, dovunque esso

comparisce, sia esso alternante con gli strati eocenici, sia esso collegato con roccie diabasiche o peridotiche, deve sempre riguardarsi come facente parte integrante della geologia della regione centrale dell'Isola.

La formazione cristallina della parte media dell'Elba implica un periodo di attività endogena le cui manifestazioni si possono dividere in quattro fasi fra loro cronologicamente distinte, senza che però se ne possano oggi stabilire con precisione i limiti entro i quali oscilla la loro età relativa.

Le fasi presentate da una tale attività sono:

1.° lo stabilirsi di fenditure abissali e conseguente penetrazione del porfido granitico nella formazione sedimentaria eocenica;

2.° intrusione dell'aplite porfirica nel porfido granitico;

3.° sollevamento dell'eocene e del porfido granitico intercalato;

4.° fase solfatarica caratterizzata da emanazioni fluo-boriche.

Non si può dire però con certezza se l'ordine nel quale ho disposto queste quattro fasi corrisponda esattamente al loro succedersi rispetto al tempo. Mentre la penetrazione del porfido lungo le stratificazioni eoceniche appartiene certamente ad una fase più antica, e la fase solfatarica appartiene pure senza dubbio agli ultimi momenti di attività vulcanica — postvulcanica o retrospettiva — e quindi sono anche queste due fasi, per rispetto l'una all'altra, cronologicamente fissate, non altrettanto si può dire delle altre due fasi intermedie.

Non si ha per ora infatti nessun dato per provare che le complicate pieghe eoceniche, con le quali trovasi intercalato il porfido, siano avvenute prima dell'intrusione dell'aplite nel porfido, come pure non si potrebbe oggi dire che l'intrusione dell'aplite precedette il sollevamento della parte media dell'Isola. È però, secondo il mio modo di vedere, meno improbabile che il magma aplitico si sia fatto strada nel porfido già consolidato prima che avvenisse il succitato sollevamento.

Comunque sia, ho voluto accennare ad un tal dubbio affinchè non sia ritenuto scrupolosamente fissato l'ordine cronologico della 2.ª e della 3.ª fase intermedie.

II.

Osservazioni dei varii autori.

Del porfido granitico mi occupai già in altra mia nota (1) dove, oltre a riportare il risultato dello studio petrografico su questa roccia, esposi le mie idee riguardanti la sua giacitura e la sua genetica. Ho ora da parlare della aplite porfirica, considerata petrograficamente e geologicamente (2).

Chiamo *Aplite porfirica* il *feinkörniger weisser Porphyr* di v. Rath (3), il *porphyrischer Mikrogranit* di Nessig (4), il *tuffartiger Granitporphyr* del Reyer (5), l'*eurite tormalinifera* di Lotti (6), l'*eurite* di Bucca (7) e di De Stefani (8); ossia quella roccia acida,

---

(1) R. V. Matteucci. — *Le rocce porfiriche dell' Isola d' Elba. — Porfido granitico.* Atti della Società Toscana di Sc. nat., Vol. XIV, Pisa, 1894.

(2) Il prof. L. Bucca a pag. 12 della sua interessante Memoria *Ancora dell' età del granito di Monte Capanne — Isola d' Elba* (Atti dell'Acc. Gioenia di Scienze naturali in Catania, Vol. V, ser. 4a, 1892) ci promise di occuparsi di questa roccia in un suo prossimo lavoro. Sarebbe somma indelicatezza la mia se non mi riferissi a questa sua intenzione per giustificare la pubblicazione del presente mio studio. Ma se io mi sono occupato di questa roccia è solo perchè già so che egli per tutt' altre vie cerca la soluzione del complicato problema della sua genesi

Al prof. H. Rosenbusch e al dott. K. v. Kraatz-Koschlaü, presso i quali studiai alcuni esemplari di questa roccia durante il mio soggiorno in Heidelberg nel 1893, ed al prof P. Groth e al dott. E Weinschenk presso i quali ne completai il lavoro petrografico negli anni 1895-96 a Monaco di Baviera, porgo i sensi della mia più sentita gratitudine per essermi stati così larghi di preziosi consigli e di continuate gentilezze.

(3) G. von Rath. — *Die Insel Elba — Mineralogische Fragmente aus Italien. III Theil.* Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellschaft. Vol. XXII, 1870.

(4) R. W. Nessig. — *Die jüngeren Eruptivgesteine des mittleren Elba.* Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellschaft. Vol. XXXV, 1883.

(5) E. Reyer — *Aus Toskana.* Wien, 1884,

(6) B. Lotti. — *Descrizione geologica dell' Isola d' Elba.* Memorie descrittive della carta geologica d' Italia. Roma, 1886.

(7) L. Bucca. — *L' età del granito di Monte Capanne (Isola d' Elba).* Rend. d. Accademia dei Lincei. Roma, 1891.

id. id. — *Ancora dell'età del granito di Monte Capanne (Isola d' Elba).* Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania. Vol. V, Ser. 4a, 1892.

id. id. — *Nuove discussioni sull'età del granito di Monte Capanne (Is. d' Elba).* Boll. dell'Accademia Gioenia di Sc. naturali in Catania. Fascicolo XXXVI, 1894.

(8) C. De Stefani. — *Granulite, granitite in massa ed in filoni, e trachite quarzifera eocenica dell' Isola d' Elba.* Boll. d. Soc. Geol. Italiana. Vol. XII, 1893.

id. id. — *Il così detto porfido quarzifero dell' Isola d' Elba.* Atti della Soc. Tosc. di Sc. naturali. Processi verbali. Vol. IX, 1894.

bianca, compatta, finamente cristallina, spesso a grandi macchie rotondeggianti bleu scure, che comparisce qua e là in mezzo agli ammassi di porfido granitico.

Anche su questa roccia, al pari che sul porfido, molto si è discusso e scritto, e, prima che l'ultima parola ne sia pronunciata, voglio aggiungerne una anch'io.

Quanto ai caratteri puramente litologici, tutti i petrografi che la studiarono si trovarono più o meno d'accordo. Tutti infatti vi notarono una massa fondamentale microcristallina e non spesse nè grandi segregazioni porfiriche. Non altrettanto si può dire per quanto concerne la sua genetica e l'origine dei nuclei tormalinici. Giacchè, geneticamente, questa roccia fu considerata come una semplice modalità del porfido granitico o come roccia metamorfica; mentre la tormalina fu sempre ritenuta come un minerale costituente.

Questa roccia, come risulta dalla Carta geologica rilevata dall'ing. Lotti e pubblicata per cura del R. Corpo delle Miniere [1] si presenta localizzata in tutte tre le parti in cui abbiamo diviso l'Isola d'Elba; e cioè ad W. presso Marciana; nella parte centrale, fra Portoferraio e Capo d'Enfola; ad E. lungo la regione che si estende dal Golfo di Portoferraio a Portolongone; e un altro limitatissimo lembo comparisce alla sommità della collinetta di S. Lucia.

Come chiaro si vede nella summentovata carta geologica, questa roccia non si trova mai isolata e sporadica nella formazione sedimentaria come è sempre il caso del porfido granitico che con questa è collegato, ma è sempre da esso porfido accompagnata, non solo, e vi si trova rinchiusa. Questi fatti, ai quali alcuni altri sono da aggiungersi, estrinsecano già chiaramente la natura filoniana della roccia in esame. Il fatto, che dove non è porfido granitico essa non si vede mai, fece pensare anche a me che qualche intimo rapporto petrografico potesse esistere fra le due rocce; esse debbono però ritenersi l'una dall'altra tutt'affatto indipendenti. Cosicchè l'indubitato legame esistente fra queste due rocce diviene una questione intricatissima, alla soluzione della quale tesero sempre le opi-

---

[1] B. Lotti. — *Carta geologica dell' Isola d' Elba, 1: 25000* e *1: 50000* unita al volume II delle Memorie descrittive della carta geologica d'Italia. Roma, 1886.

nioni espresse dai geologi che se ne occuparono e tenderanno ancora future discussioni.

Lo Studer è per ritenere l'aplite come una varietà del porfido, anzi, come un feldispato subordinato al porfido granitico, e così si esprime (1): " Nous abordâmes la roche au pied du Monte Bello et trouvâmes un feldspath blanc compact ou d'un grain très fin, fendillé en tous sens. . . . Ce feldspath, quoique assez étendu, n'est que subordonné à un porphyre granitique qui, dans une pâte feldspathique, contient des cristaux d'orthose, de quarz et des feuillets de mica noir „.

Il Fournet distingue le rocce quarzoso-feldispatiche dell'Elba in due gruppi, cioè delle rocce granitoidi e delle rocce euritiche. Come egli chiami indistintamente *eurite,* oltrechè l'aplite, anche il porfido granitico, è provato dalle sue linee (2): " Les roches dites euritiques constituent de puissants filons que l'on peut suivre daus les falaises du littoral, depuis Porto Ferraio jusqu'au golfe de Procchio, et de là vers la Pila, Sant'Ilario et San Piero. Ces jets émanent d'un massiv qui paraît occuper toute la partie centrale de l'île entre les deux caps opposés de l'Enfola et de Fonza.... On retrouve un second noyau assez considérable de ces mêmes eurites autour de Porto Longone et de Capo Oliveri; l'arête de Monte Zuccale par laquelle la presqu'île de Calamita est jointe à la partie orientale de l'île d'Elbe en est presque entièrement composée . . . L'eurite, dans son état le plus rudimentaire, presente une pâte dure, homogène, compacte, d'un blanc pur, matte, ou tout au plus submiroitante comme un marbre finement saccharoïd... c'est surtout avec cette physionomie que cette roche se montre au pied du Monte Bello . . . . . Partout, dans l'interieur de l'île, l'eurite ne forme que des coupoles arrondies, et dans l'ensemble desquelles on ne trouve aucun trait hardi. Indépendamment de cette eurite si simple, les divers points dejà indiqués renferment d'autres roches également blanches, mais dont la texture est plus complexe „. Poi, a pag. 399 (l. c.): " Les eurites pures ou quarzifères, ou tourmalinifères, ou micacées, tra-

(1) Studer B. — *Sur la constitution géologique de l'île d'Elbe.* Bull. de la Soc. Géol. de France. Tome XII, 1841, pag 291.

(2) Fournet J. — *Notes sur les roches feldspathiques de l'île d'Elbe.* Ann. d. l. Soc. d'agric. et d'hist. nat. de Lyon. T. III, 1851, pag. 393-94.

versent les calcaires de transition près de Marciana; mais c'est surtout sur les alberèses et les macignos qu' elles ont exercés au plus haut degré leur puissance dislocante „. E, infine, a pag. 430 e 431: " La roche à texture granitique constitue la masse du Monte Capanne.... la roche à texture euritique domine dans d'autres parties de l'île „.

Il v. Rath, considerando questa roccia come una varietà del porfido granitico, dice [1]: " Il porfido quarzifero (porfido granitico) presenta, nelle sue peculiari varietà, grandi cristalli bianchi di feldispato, quarzo, oligoclase, mica e, come parte costituente, che non manca mai, tormalina nera. Come sempre nei distretti porfirici (contrariamente a quanto si osserva negli ammassi granitici) si trovano molteplici varietà di questa roccia. Così s'incontrano, segnatamente al Monte Bello ed in altri punti della costa settentrionale, rocce bianche e finamente granellose, nelle quali la tormalina forma globuli rotondeggianti e quasi compatti „. E, più avanti, parlando ancora della nostra aplite, si esprime il v. Rath nel modo seguente [2]: " Nelle alture di Acquaviva, ed anche meglio al Capo Bianco si trovano varietà bianche di porfido dove la tormalina costituisce dure concrezioni „.

Il Nessig pure, quatunque propenso a tener separato il porfido granitico (Porphyrgestein vom Habitus des Granitporphyrs) dall'aplite (vom Habitus der porphyrischen Mikrogranite) pur riunendo le due rocce nel gruppo delle tormalinifere (Turmalinführende Glieder), in vista della loro uguale (?) giacitura, le considera come varietà della stessa forma; e così si esprime [3]:

---

[1] Der Quarzporphyr (porfido granitico) zeigt in seinen herrschenden Varietäten grosse Feldspathkrystalle von weisser Farbe, Quarz, Oligoklas, Glimmer und, als wohl nie fehlenden Gemengtheil, schwarzen Turmalin. Wie immer in den Porphyrdistrikten, findet sich (im Gegensatze zu den Granitgebirgen) ein mannichfacher Wechsel des Gesteins. So kommen namentlich am Monte Bello un anderen Punkten der Nordküste feinkörnige, schneeweisse Gesteine vor, in denen der Turmalin rundliche, fast dichte Knauer bildet ». G. v. Rath. — *Die Insel Elba* etc. pag. 676.

[2] « In den nördlich am Meere liegenden Höhen von Acquaviva und noch ausgezeichneter am Capo Bianco finden sich feinkörnige weisse Porphyrvarietäten, in denen der Turmalin eigenthümliche gerundete härtere Concretionen von schwarzer Farbe bildet. Am letzgenannten Orte ist der Strand mit zahllosen Rollsteinen dieses schneeweissen schwarzfleckigen Gesteins bedeckt ». (G. v. Rath. *l. c.*, pag. 686).

[3] « Wenn wir eine auf mineralogische und petrographische Verhältnisse gestützte Classification der Felsarten vornehmen, so hat dies vom Standpunkt des Petrographen

" Se basiamo una classificazione di queste rocce sopra caratteri mineralogici e petrografici, essa viene pienamente giustificata dal punto di vista del petrografo; ma se ne consideriamo la geognosia e la forma geologica nella quale esse si presentano, allora ci convinciamo della loro stretta connessione geologica „.

Il Reyer, trovandovi un' analogia con i tufi trachitici degli Euganei, inclina a ritenere questa roccia per un tufo, e la rappresenta nella sua carta geologica come un tuffartiger Granitporphyr. Ecco, in breve, la descrizione che egli ce ne fa [1]: " Il Forte di Portoferraio sta sul gabbro, al quale segue un calcare bianco a grossi banchi con inclinazione ad Ovest. Su di esso però non giace, come altrove, il macigno con interstratificazioni di porfido granitico, bensì una strana roccia bianca la quale rammenta i tufi trachitici litoidi degli Euganei e che consiste di un miscuglio micrograniti co di quarzo e di ortoclase...... La roccia è screpolata e di apparenza massiccia, solo di rado si presentano chiaramente i segni della stratificazione.... In diversi luoghi si notano passaggi del materiale bianco al tufo porfirico grossolano, e questo è all'incontro appena da distinguere e da separare dal porfido granitico spesso profondamente alterato e caolinizzato. Alcune parti della detta roccia bianca io ritengo per tufi; mentre la massa principale mi sembra una roccia eruttiva massiccia „.

---

seine volle Berechtigung; betrachten wir aber diese Gesteine als Gebirgsglieder, wie sie in enger räumlicher Verknüpfung und unter im Wesentlichen gleicher Form des Auftretens den elbaischen Macigno durchsetzen, so gewinnen wir die Ueberzeugung von ihrer geologischen Zusammengehörigkeit, die durch einen Wechsel in der Structur und Zusammensetzung nicht beeinträchtigt werden kann ». (W. R. Nessig. — *Die jünren Eruptivgesteine etc.* pag. 105).

[1] « Das Fort von Portoferraio steht auf Gabbro, auf diesen folgt mit normaler westlicher Neigung weisser, dickbankiger Kalk. Hierüber aber liegt nicht wie anderwärts Macigno mit Granitporphyr-Eingelagerungen sondern ein merkwürdiges weisses Gestein, welches an die steinigen Trachittuffe der Euganeen erinnert und aus einem mikrogranitischen Gemenge von Quarz und Ortoklas bestht.... Das Gestein ist kleinklüftig und scheinbar massig, nur selten treten die Merkmale der Schichtung deutlich hervor.... An mehreren Stellen beobachtet man Uebergänge des weissen Materiales in den groben Porphyrtuff und dieser wider ist kaum zu unterscheiden und zu trennen von dem häufig tief verwitterten und kaolinisirten Granitporphyr. Einzelne Partien der besagten weissen Gesteine halte ich für Tuffe; die Hauptmasse scheint mir aber doch ein massiges Eruptivgestein (Mikrogranit?) zu sein ». E. Reyer. — *Aus Toskana.* Wien, 1884, pag. 155.

Per quanto io debba confessare di non comprendere bene il concetto del Reyer, a meno che egli ci veda una roccia clastica, ossia un materiale tufaceo originariamente incoerente e cementato poi da un magma micrograuitico — giacchè non voglio ammettere che la consideri in parte come tufo e in parte come roccia eruttiva massiccia — pure dall'insieme trasparisce che egli non la vuol ritenere per una varietà di porfido granitico.

Il Lotti [1] che distingue all'Elba " quattro tipi principali di rocce feldispatiche, granito normale, granito tormalinifero, porfido quarzifero (porfido granitico) ed eurite, collegati fra loro da forme di passaggio „ considera quest'ultima come una " varietà euritica del porfido quarzifero „ e dice [2] che " anche dalla eurite a nuclei tormaliniferi, strettamente associata ai porfidi, si fa passaggio per mezzo di varietà granulitiche con tormalina uniformemente distribuita, al granito tormalinifero di grana minuta che forma più frequentemente le apofisi del granito normale nelle rocce di contatto „.

Il Bucca [3] osserva bensì " una notevole differenza tra l'eurite e le altre rocce feldispatiche dell'Elba „, la differenza peraltro ch' egli vi trova sembrami un po' troppo notevole. Dall'analisi microscopica infatti è egli indotto a ritenere " che l'eurite non si sia formata come la vediamo adesso, ma che abbia subìto un certo metamorfismo „. Ed alla domanda che si rivolge " da che cosa potrebbe essere stato prodotto questo metamorfismo? „ risponde con una serie di considerazioni che per brevità non posso riprodurre; e, attribuendo al porfido granitico una intensa azione metamorfizzante, conclude che " tutto c'induce a supporre che l' eurite, più che una roccia originaria, sia una roccia metamorfica, fatta molto probabilmente a spese di scisti antichi „.

Al De Stefani non isfugge una certa corrispondenza petrografica ed un nesso geologico fra il porfido granitico e l'aplite, e considera quest'ultima come una roccia affine che accompagna

---

(1) B. Lotti. — *Descrizione geologica* ecc. pag. 140.
(2) Id. id. — *l. c.*, pag. 141.
(3) L. Bucca. — *L'età del granito* ecc. pag. 26 e seg.
Id. id. — *Ancora dell' età* ecc. pag. 13.
Id. id. — *Nuove discussioni* ecc. pag. 3.

la prima. E, parlando dell'aplite, dice [1]: " Non saprei se si tratti di tufi porcellanoidi o di prodotti devitrificati. Certo non è una roccia metamorfica derivante, come dubitò il Bucca, da schisti antichi, perchè fa parte esclusivamente della formazione trachitica (del nostro porfido granitico) eocenica „. Alle quali parole, in una seguente pubblicazione [2], il De Stefani aggiunge che questa roccia, l'aplite, " ha, salve le minori dimensioni dei componenti, natura identica a quella della trachite quarzifera (porfido granitico) circostante „.

III.

Considerazioni sulla nomenclatura. — Eurite ed Aplite.

Abbiamo veduto poco sopra come questa roccia abbia ricevuto, dai diversi autori che l'hanno studiata, nomi differentissimi. Non certo per intavolare una discussione sulla nomenclatura, ma solo per giustificare la nuova denominazione di *aplite* che io le applico, mi incorre l' obbligo di parlarne un istante. Stimando però superfluo spender parole onde esporre le ragioni che mi fanno rinunziare agli altri nomi dati a questa roccia da altri autori, mi limito alla sua denominazione più recentemente adottata, e cioè al termine *eurite*, e sull'inopportunità della sua applicazione.

Il termine *eurite* fu introdotto la prima volta dal D'Aubuisson; ma, quantunque la sua definizione possa applicarsi anche ad un tipo speciale di roccia, pure mi sembra ch'egli abbia piuttosto voluto denominare *eurite* quel tale magma acido che, una volta consolidato, può dar luogo indifferentemente a porfidi quarziferi, a porfidi granitici ed a graniti. Ecco infatti le sue parole, nell'Article cinquième — Du porphyre [3] — " Dans le porphyre ordinaire, celui qui correspond au granit proprement dit, la pâte aura le feldspath pour principe principal: nous lui donnons le nom d'*eurite*, et nous la definisson en di-

---

(1) C. De Stefani. — *Granulite, granitite in massa* ecc. pag. 595.

(2) C. De Stefani — *Il così detto porfido* ecc. pag. 108.

(3) D'Aubuisson de Voisins J. F. — *Traité de Géognosie.* Strassbourg 1819. Tome second, pag. 117.

sant: L'eurite est un granite compacte, ou plus généralement, l'eurite est une roche composée, mais d'apparence homogène, dans laquelle le feldspath est le principe dominant, et dont les diverses principes sont comme fondus les uns dans les autres. S'il était possible de la redissoudre, et de faire cristalliser tranquillement la solution, de manière à ce que les principes intégrants pussent se former en cristaux distincts, elle produirait un granit „.

In questo stesso senso sembrami abbia interpretato la definizione di D'Aubuisson anche lo Zirkel, quando dice [1]: " Die Grundmasse der Quarzporphyre schmilzt trotz ihres Kieselsäurereichtums und ihres Gehalts an Mikroskopischen Quarz vor dem Löthrohr wie der Feldspath allein. Wegen dieser Schmelzbarkeit nannte D'Aubuisson die Grundmasse, in welcher er ein Gemenge von Feldspath und Quarz vermuthete, *Eurit*, um auzudeuten, dass sie nicht aus dem unschmelzbaren Hornstein bestehe „. E, al capitolo " Felsitfels (Petrosilex, Eurit) „ sempre rapportandosi alla definizione di D' Aubuisson, lo Zirkel aggiunge [2]: " So bezeichnet man eine in chemischer wie geologischer Hinsicht den Quarzporphyren oder Felsitporphyren sich anschliessende dichte Felsitmasse, welche gewissermassen der Grundmasse der letzteren entspricht „.

In quella definizione infatti non si accenna punto ad una forma geologica ma solo alla composizione chimica di un magma che, come ognun sa, a seconda delle differenti condizioni di rapprendimento può dar luogo a diverse rocce acide del tipo granitico, e quindi biotitiche, e per conseguenza anche sufficientemente magnesiaco-ferrifere.

Il Lyell, pure inclinando a comprendere sotto il nome di eurite anche rocce acide non micacee (forse appartenenti alla formazione gneissica), ci dà una descrizione che corrisponde perfettamente ad un porfido granitico o quarzifero od anche al tipo trachitico. Infatti egli dice [3] che l'eurite è " roche dans laquelle les éléments du granit sont disséminés au sein d'une pâte à grains très-fins. Lorsque cette roche est cristalline,

---

(1) Zirkel F. — *Lehrbuch der Petrographie*. Leipzig, 1894, II Bd. S. 162.
(2) Id. id. — *l. c.* 205.
(3) Lyell Ch. — *Éléments de Géologie*. 6.me édition, Tome II, pag. 443.

oñ aperçoit, parmi la masse, des cristaux de quartz, mica, feldspath commun et feldspath à soude. Parfois le mica manque, et le feldspath commun domine de manière à donner une couleur blanche; alors l'eurite devient un granit feldspathique, *Weissstein* de Werner, *Whitestone* des Anglais, *Léptynite* des Français; on distingue souvent, dans l'ensemble, des cristaux microscopiques de grenat „.

Del resto, quand'anche si volesse attribuire alla definizione di D'Aubuisson il senso dato oggi all'aplite, ossia a quella roccia acida, filoniana, microcristallina, più o meno ricca in muscovite e poverissima o priva affatto di Mg e Fe, vediamo applicato questo termine *eurite*, dal 1819 in poi, a designare rocce molto diverse, non solo, ma troviamo anche descritta la stessa eurite con nomi differenti da diversi autori. E per questo riguardo riproduco testualmente quanto scrive lo Studer [1]: " Eurit — Petrosilex (Wall. und Dolom.) z. Th. Hornfels und Hornstein, Pierre de corne, z. Th. Feldstein (Hausm.), Dichter Feldspath (Haüy), Felsit (Gerhard). — Innig gemengter, homogenen scheinender Granit, vorherrschend Feldspath, die andern Bestandtheile wie damit verschmolzen, wenig unter Quarzhärte, aber z. Th. vor dem Löthrohr Schmelzbar; diess ist die ursprüngliche Definition des *Eurits* von D'Aubuisson; später wurde die Benennung z. Th. verdrängt, in Deutschland durch den Namen *Felsit*, in Frankreich durch den alten Namen *Petrosilex.* Die Bedingung einer Verbindung zu vollkommen homogenem Aussehen wird indess nicht immer festgehalten und man zählt zu den Euriten auch feinkörnige, glimmerlose Granite, in denen sich Feldspath und Quarz, wenn nicht mit blossem Auge, doch durch die Loupe unterscheiden lassen. Der Eurit bildet die Grundmasse der meisten Porphyre, durchsetzt in Gängen Granit, Gneiss, u. a. Steinarten, oder wechselt mit denselben in enge damit verbundenen Massen und Straten. Als homogenen *Eurit* oder *dichten Feldspath* kennt man, nach Saussure, den mit Gneiss verwachsenen dichten Feldspath der Pissevache und andere als *Petrosilex* oder *Palaiopètre* von ihm angeführte Steinarten „.

Anche il D'Achiardi accenna alla confusione che regna in questa parte della nomenclatura petrografica quando, a propo-

---

[1] Studer. — *Index der Geologie und Petrographie.* Bern, 1872.

sito delle ortofelsiti, dice [1]: " Questa massa fondamentale, essenzialmente costituita di materiali ortosici e quarzosi, con base sia vetrosa, sia microfelsitica, ebbe nomi diversi dai varii autori, e così *eurite* da D'Aubuisson, *felsite* da Gerhard, *petroselce* da Cordier, altri da altri; ma questi nomi, nell'originario significato, in parte anche comprendono micrograniti e graniti porfirici. Essa non sempre presenta il medesimo aspetto, e la frattura ne è ora scheggiosa quasi di corneana, ora ineguale come nelle comuni pietre, ora piceo-vetrosa, ora anche terrosa per alterazioni sofferte, onde pure i diversi nomi di *selciosi, pietrosi, retinitici* o *picei* e *terrosi* dati ai porfidi relativi ".

A provare poi come per eurite si descrissero anche rocce metamorfiche e rocce gneissiche basti riportare qui due passi di J. Dana e di J. Roth. " Felsyte, Quarz-Felsyte (Euryte, Petrosilex). Compact orthoclase, with often some quartz intimately mixed; fine granular to flint-like in fracture; sometimes contains oligoclase. Colors white, grayish-white, red, brownish-red to black. Both metamorphic and eruptive " [2]. Al paragrafo " Granulit " del capitolo " Die krystallinischen Schiefer " [3]; " Die früher als *Eurit* (A. Erdmann) oder *Hälleflintagneiss* bezeichneten, in schwedischen Gneissen auftretenden Gesteine nennt man jetz in Schweden Granulite nach dem Vorschlage Törnebohm's ".

Secondo Geikie sarebbe poi da chiamarsi felsite una roccia a struttura omogenea, mentre l'eurite non sarebbe che un porfido quarzifero. Ed è così che, salvo errore, traduco il suo concetto [4]: " Under the title Quartz-Porphyry are included several varieties of rock which agree in consisting fundamentally of a very fine grained felsitic ground-mass, composed mainly of orthoclase and quartz. Where these minerals are cristallized in conspiciuous forms the rock is a quartz-porphyry (felsite-porphyry, eurite); where the whole mass is more homogeneous and flinty in texture it is a felsite or felstone ". Così, mi pare, verrebbe in certo modo capovolto il senso dato ai termini *porfido quarzifero* ed *eurite.*

---

(1) D'Achiardi A. — *Guida al corso di Litologia.* Pisa, 1888. pag. 272.

(2) Dana J. — *Manual of mineralogy and lithology.* London. 1879. pag. 442.

(3) Roth J. — *Allgemeine und chemische Geologie.* Berlin, 1883. II Bd. pag. 501.

(4) Geikie A. - *Text-book of geology.* London, 1882. pag. 135.

Consultiamo il De Lapparent? e troviamo che, parlando dei tipi fondamentali di tessitura come elementi di classificazione delle rocce, al paragrafo " Variété du type granitoïde ", egli chiama in fondo forma *euritica* o *criptogranitica* il granito microcristallino [1]: " Si dans les granites l'uniformité de développement des éléments mineraux constitutifs s'applique à des cristaux facilement visibles à l'oeil nu, elle peut aussi regner dans un assemblage de cristaux de très petite dimension, donnant à la roche une apparence compacte. Nous appliquerons à ce dernier mode le nom d'*euritique* ou *cryptogranitique*, réservant celui de *granitique* pour les roches *phanérocristallines* c'est-à-dire à grain cristallin facilement discernable ". Mentre egli stesso, nel *gruppo trachitoide* delle rocce acide antiche distingue tre tipi, fra i quali il *Porphyre globulaire*, e dice [2]: " Les globules de ce type, à grain assez fin pour avoir mérité le nom de *Eurite*, paraissent costitués par du quartz et de la calcedoine; leur noyau est pointillé de fer oxydulé. Il existe d'ailleurs dans la pâte, en dehors des sphérolithes, une notable proportion de matière amorphe, demeurant éteinte, sous les nicols croisés, dans toutes les positions des plaques et offrant parfois des indices marqués de fluidalité.... De bons types de cette variété se rencontrent à Sincey, à la Selle, près d'Autun et à Bourganeuf. La plupart des eurites sont globuleuses à l'oeil nu, sourtout quand on observe des faces polies, et leur couleur est ordinairement rougeâtre, quelquefois gris clair ". È superfluo io faccia notare come coll'ultimo brano riportato dal De Lapparent, oltrechè venire riferita l'eurite al gruppo trachitico, epperciò al tipo effusivo, le viene anche assegnata un'età antica. Del resto, gli stessi caratteri vengono rilevati dal De Lapparent anche dove, parlando della cronologia delle eruzioni, e più precisamente dei periodi eruttivi della serie antica, così dice [3]: " Période porphyrique, débutant, avec le commencement de l'époque anthracifère, par les porphyres granitoïdes, bientôt suivis des coulées de *porphyre noir (orthophyre)* et de *porphyrite*, avec tufs subordonnés, et des émissions de *porphyres*

---

(1) De Lapparent A. — *Traité de Géologie*. Paris, 1885. pag. 590.
(2) Id. id. — *l. c.*, pag. 605.
(3) Id. id. — *l. c.*, pag. 1294.

quartzifères à pâte *microgranulitique,* qui coïncident avec l'époque houillère. Enfin la période se termine avec le dépôt des houilles supérieures, par les épanchement d'*eurit* et par la sortie de roches dites *trappéennes,* c'est-à-dire de *porphyrites micacées,* amphiboliques ou augitiques „.

D'altronde, ritornando una sessantina d'anni indietro, troviamo lo STUDER che, nel descrivere i filoni aplitici di Bramson, ci parla d'eurite nello stretto senso che si dà oggi al termine aplite (1).

Veniamo agli ultimi tempi, e HEIM ci confessa di chiamare *euriti* certi micrograniti ai quali però annette la caratteristica che la roccia sia filoniana, cioè una aplite. Per es., parlando delle rocce filoniane del massivo granitico dell'Aar, così si esprime (2): " Die Ganggranite unseres Gebietes sind meinstens fast ganz weiss, feinkörnig, glimmerarm. SCHMIDT bezeichnet sie als Ganggranit oder, wenn glimmerarm, Aplit, ich bin mich des Namens Eurit in ganz gleichen Sinne von jeher gewöhnt „. E così cento altre volte parla dell'eurite come di aplite, cioè di roccia ortosico-acida, microcristallina, filoniana.

Questa è, in succinto, la storia del termine eurite, dalla sua prima applicazione all'uso che se ne è fatto fino ad oggi, e intorno al quale, invero per maggior chiarezza, posso risparmiarmi qualsiasi osservazione e commento. Passando però al caso nostro speciale, della roccia dell'Elba, non so tacere del DAMOUR e del D'ACHIARDI. Mentre il FOURNET, come abbiamo veduto, chiama eurite non solo l'aplite ma anche il porfido granitico dell'Elba, il DAMOUR che analizzò queste roccie fornitegli dallo stesso FOURNET, pubblica (3) che la roccia di Monte Bello

---

(1) STUDER B. — *Geologie der westlichen Schweizer-Alpen.* Heidelberg u. Leipzig, 1834. pag. 158.

« Bei Bramson bemerkt man im Granit-Gneiss eine Menge weisser *Euritgänge,* von verschiedener, oft sehr bedeutender Mächtigkeit, theils der Schichtung parallel laufend, theils sie durchsetzend, zuweilen abgeschnitten, sich kreuzend und verwerfend, an einigen Stellen so mächtig und dicht verflochten, dass das Muttergestein fast verdrängt wird ».

(2) HEIM A. — *Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein.* Text zur geologischen Karte der Schweiz in 1 : 100000. Bern, 1891.

(3) DAMOUR. — *Examen chimique de deux roches feldspathiques de l'île d'Elbe.* Annales des sciences physiques et naturelles d'agriculture et d'industrie publiées par la Société nationale d'Agriculture etc. de Lyon. Lyon-Paris, 1850-51.

— ossia la nostra aplite — " est qualifiée du nom d'*Eurite* par M. FOURNET, quoique sa texture finement grenue ainsi que sa blancheur lui donnent une physionomie distincte de celle des eurites ordinaires „. Egli non dice come si dovrebbe invece chiamare questa roccia; ma certo è che, collaborando col FOURNET, non avrebbe potuto egli permettersi di fare la surriportata osservazione se in quell'epoca, nella stessa scuola, non erano già sorti dispareri sul modo di denominarla.

Il D'ACHIARDI, parlando del microgranito in generale, dice (1): " Ne porgono esempio alcune delle impropriamente dette euriti dell'Isola d'Elba, quali s'incontrano a Capo d'Enfola „.

Da quanto sono venuto esponendo parmi risulti troppo grande la confusione ingenerata dall'uso del termine *eurite* perchè questo possa venire ulteriormente applicato ad una roccia che trova la sua perfetta corrispondenza colle definizioni date dal ROSENBUSCH (2) e dallo ZIRKEL (3) per l'aplite. Io mi sento pertanto autorizzato a rinunziare a qualunque altra denominazione; e, per concludere su queste considerazioni di nomenclatura, chiamo *aplite* la roccia in discorso, e *porfirica*, stante la sua spiccata porfiricità.

Non voglio però tralasciare qui di accennare che questa roccia, come verbalmente mi faceva notare il Ch.mo Prof. Geheim. H. ROSENBUSCH, si avvicina assai, per la struttura, al tipo cheratofirico (da κέρας=corno) stabilito dal GUEMBEL. Senonchè ai cheratofiri, tanto presi nello stretto senso primitivo del GUEM-

(1) D'ACHIARDI A. — *Guida al corso di litologia*. Pisa, 1888. pag. 265.

(2) « In den Stockförmigen Granitmassen ist ein eruptives quarzreiches Kalifeldspathganggestein an manchen Lokalitäten sehr verbreitet, welches seiner charakteristischen Mineralcombination nach zu den granitischen Gesteinen gehört. Dasselbe führt in seinen typischesten Formen neben Quarz un alkalireichem Feldspath nur einen hellen Glimmer der Muscovitreihe und wird danach als Muscovitgranit oder besser als Aplit bezeichnet ». (H. ROSENBUSCH. *Mikroskopische Physiographie der Massigen Gesteine*. Stuttgart 1887. II Bd S. 278).

(3) « Aplit oder Halbgranit (Granitell) hat man denjenigen Granit genannt, in welchem der Glimmer — dann meist ein silberglänzender oder etwas grünlicher Kaliglimmer — sehr zurücktritt, und welcher nur oder fast nur aus Quarz, Ortoklas und etwas Plagioklas zu bestehen pflegt, womit dann oft eine zuckerkörnige Structur verbunden ist. Meist sind es Gänge, in denen der Aplit auftritt, z. B. die feinkörnigen, welche nach NAUMANN bei Meissen und Zehren den grobkörnigen Granit durchsetzen ». (ZIRKEL F. – *Lehrbuch der Petrographie*. Leipzig 1891, II Bd., S. 46).

BEL [1], quanto intesi come li intende il LOSSEN [2], quanto come ce li definisce il ROSENBUSCH [3], non può corrispondere la nostra roccia, inquantochè, astrazion fatta dal loro minerale basico, mica bruna, od ornblenda, od augite, essi, geologicamente considerati, sono membri effusivi paleovulcanici; mentre la nostra roccia, oltre ad essere neovulcanica, è di forma decisamente filoniana.

IV.

Struttura colonnare e listata dell' Aplite.

Le masse aplitiche, spesso, offrono una struttura colonnare assai caratteristica. Il Monte Bello, osservato dal mare, dove tutta la sua scogliera è costituita da questa roccia, si vede tutto suddiviso e fratturato dalla cima al basso. Il v. RATH ce ne parla così: " Ein deutliches Beispiel für die prismatische Absonderung des Porphyrs (aplite) bietet der Monte Bello. Dieser mit einem verfallenen Kastell gekrönte Berg besteht aus vertikalen Säulen, welche seinem Gipfel ein gleichsam stachliches Aussehen geben [4] „. Questa struttura prismatica è dovuta a condizioni di rapprendimento del magma, ed è da ascriversi fra i caratteri che differenziano l'aplite dal porfido granitico. Alle forme colonnari vedute anche dallo stesso v. RATH nel porfido granitico al Golfo di Viticcio (" Säulenförmige Fels-

---

(1) Keratophyr, ein « sehr vielgestaltiges quarzführendes Orthoklas-Plagioklasgestein mit anscheinend dichter hornfelsartiger, aber doch mehr oder weniger deutlich feinkrystallinisch-körniger Grundmasse und darin eingesprengten Feldspathnädelchen von vorherrschend regelmässigem, rectangulärem Durchschnitt nebst Putzen von Quarz, Körnchen von Magneteisen, vereinzelten Blättchen braunen Glimmers und Spuren von zersetzter Hornblende », (K. W. v. GUEMBEL. — *Palaeolithische Eruptivgesteine des Fichtelgebirges*. München, 1874. pag. 43-48).

(2) Il LOSSEN H. A. annette al termine Keratophyr il senso di un « palaeoplutonischen Natronsyenitporphyrs » ed al termine Quarzkeratophyr quello di un « palaeoplutonischen Natronquarzporphyr ». (Zeitschrift d. d. g. Gesellschaft Bd. XXXII, 1881; Bd. XXXIV, 1882. — Sitzungsberichte d. Ges. naturforsch. Freunde. Berlin, 1883).

(3) Il ROSENBUSCH definisce il cheratofiro « als ein bald quarzfreies, bald quarzhaltiges, durch natronreiche Alkalifeldspathe charakterisirtes palaeovulkanisches Effusivgestein ». (H. ROSENBUSCH. — *Mikroskopische Physiographie* etc. II Bd. Stuttgart, 1887. pag. 435).

(4) G. v. RATH. — *l. c.*, pag. 686.

formen zeigt der Porphyr auch am Golf von Viticcio „ [1]) attribuirei tutt'altra derivazione; e cioè le farei dipendere esclusivamente da azioni esogeno-meteoriche.

Oltrechè alla summentovata suddivisione prismatica in grande, si presta l'aplite ad una facilissima rottura in piccoli poliedri più o meno irregolari che preferibilmente si staccano e si suddividono secondo piani press' a poco paralleli alla fluidalità della roccia.

Oltre a ciò, le masse aplitiche presentano un' altra struttura anche più caratteristica che chiamerò listata o zonata, per la quale, la giacitura dell'aplite veduta in posto, e talora anche in piccoli pezzi, rammenta addirittura assai davvicino quella delle rocce sedimentarie; tanto è essa regolare e segue piani esattamente paralleli. Alludendo a questa speciale e caratteristica striatura, il Bucca osserva giustamente che la roccia presenta " alcune volte una pseudostratificazione „ [2].

Questa struttura che indubbiamente si estende ovunque nell'interno delle masse aplitiche, e che non è presentata mai dal porfido granitico, non si vede, come è naturale, nei lembi fra Magazzini e Porto Longone, a S. Lucia ecc., dove la roccia è molto alterata; ma, dove la parte superficiale più decomposta fu asportata, e messa a nudo la parte fresca, ivi questa struttura è oltremodo appariscente. E, costeggiando l'Isola in battello dalla Punta di Sansone al Capo Bianco, bisogna convincersi che questo carattere è comune a tutti i lembi aplitici e manca completamente nel porfido. Presso la Punta di Sansone, ad esempio, la struttura listata segue un andamento di poco inclinato sull'orizzonte. Anche a Capo Bianco e sotto il Forte Inglese le zone sono quasi orizzontali, e sempre, s'intende, perfettamente parallele fra loro.

Vedremo in seguito come questa struttura zonata — resa evidente, oltre che dalle *nuances* di colorazione della roccia, da una disposizione speciale della tormalina — sia in diretto rapporto con la struttura intima della roccia.

Nell'aplite della massa più orientale, situata cioè fra il Golfo di Portoferraio e Porto Longone, si trovano numerose e strette

---

[1] G. v. Rath. — *l. c.,* pag. 686.
[2] L. Bucca. — *L'età* ecc. pag 27.

fenditure o, meglio, screpolature, che io considero come dipendenti dal rapprendimento del magma e che mai ho osservato nel porfido granitico. Le pareti di queste fessure sono rivestite da sostanza ferruginosa. Nelle sezioni sottili della roccia esse si vedono spesso riempite da una vera pegmatite costituita da quarzo, ortoclase e tormalina. Non è raro che qua e là da queste venuzze pegmatitiche irraggi, per penetrare nella roccia, qualche massarella tormalinica con l'identica struttura dei nuclei (1). Del resto, piccolissimi si, ma nuclei tormalinici si trovano in questi lembi orientali come negli altri.

V.

Caratteri macroscopici.

Questa roccia, se fresca, è di un bianco che volge leggermente al cinereo, e di una lucentezza ceroide; dove l'alterazione è incipiente (per decomposizione dei feldispati), si perde la leggiera tinta cinerea, e la roccia diviene perfettamente bianca e di aspetto porcellanoide; se l'alterazione è più inoltrata (per decomposizione della mica e, indirettamente, della tormalina), essa diviene alquanto giallastra e un poco friabile.

Finamente cristallina, a tipo saccaroide, con modeste segregazioni micacee, quarzose e feldispatiche, sempre compattissima, talora eccessivamente tenace.

Macchie tondeggianti grigio-bluastre scure, più o meno grandi, più o meno spesse, sparse sporadicamente o allineate in zone che svelano la fluidità della roccia alla quale cedono un aspetto elegante, sono le sezioni di nuclei tormalinici che raggiungono svariatissime dimensioni (v. Tav. VII, Fig. 11 e 12).

La roccia, uno dei cui peculiari caratteri è la compattezza, si presta assai male alla caolinizzazione; purtuttavia, la resistenza più energica che la tormalina oppone all'alterazione meteorica fa sì che i nuclei tormalinici sporgano sensibilmente dalla superficie della roccia dove questa è più esposta alle intemperie o dove è battuta dai flutti del mare. Quanto all'isolamento completo però di questi nuclei tormalinici, che fini-

(1) v. cap. X.

scono per trovarsi poi abbondantemente sparsi nel terreno di disfacimento, esso deve precipuamente attribuirsi ad una zona micaceo-cloritica che, come si vedrà meglio in seguito, riveste i detti nuclei.

VI.

Caratteri microscopici.

Osservata microscopicamente, presenta una struttura olocristallino-porfirica fluidale.

Massa fondamentale da finamente macrocristallina a microcristallina, panidiomorfa, vistosamente fluidale (v. Tav. V, Fig. 1), i cui costituenti sono quarzo feldispati e mica. I feldispati sono quasi tutti albite, assai allungati secondo l'asse *c* e geminati secondo la legge propria. Pochi altri sono di ortoclase. Il quarzo, abbondante, è in granuli apparentemente arrotondati ma in realtà irregolarmente angolosi, sparsi in generale in modo abbastanza uniforme fra i cristalli di feldispato. Non è raro però il caso di trovare molteplici granuli di quarzo accumulati in ristrette zone circolari o subrotonde, nelle quali mancano gli elementi feldispatici, e dove non è più visibile la fluidalità. Non è difficile, anzi io lo ritengo per fermo, che tali granulazioni quarzose siano collegate con la genesi della tormalina, di cui ci starebbero a rappresentare un primo stadio, ben poco inoltrato.

L'alto tenore in silice (75, 85 %) e le proporzioni di Na^2O (4, 04 %) e K^2O (2, 37 %) e le sole tracce di CaO, risultanti dall'analisi eseguita dal Damour su un campione di questa roccia raccolto a Monte Bello, ci fanno già avvertire l'abbondanza del quarzo, la presenza di un feldispato sodico e la assenza — o quasi — di feldispati calcici.

La mica, probabilmente biotite in origine, è sostituita da piccoli ciuffi muscovitici sparsi qua e là.

Cristalli di quarzo, feldispato e mica, molto ben visibili ad occhio nudo, sparsi non sempre irregolarmente nella massa fondamentale, quantunque di modeste dimensioni, sono da considerarsi appartenenti ad un primo periodo di cristallizzazione intratellurico, e cedono alla roccia il carattere della porfiricità: 1.° perchè essi sono molto diversi da quelli costituenti la massa fondamentale. Questi ultimi sono piccolissimi e tutti molto al-

lungati e di uguale dimensione; gli altri variano in grandezza, ma non sono mai piccoli come questi. L'allungamento secondo *c* che si osserva senza eccezione nei piccoli cristalli della massa fondamentale non è presentato mai dai cristalli più grandi porfirici; 2.° perchè alla fluidalità che caratterizza così bene la massa fondamentale partecipano spesso anche i cristalli maggiormente sviluppati; 3.° perchè la disposizione fluidale involge gli individui più grandi, e talvolta anche i piccoli nuclei tormalinici, nel cui posto ritengo siano esistiti cristalli o accumulazioni feldispatiche.

VII.

Fluidalità.

Uno dei caratteri più salienti di questa roccia è senza dubbio la fluidalità. Dissi già [1] che nei campioni di porfido granitico da me raccolti non ho potuto mai osservare ad occhio nudo una struttura fluidale (Tav. VII, Fig. 13). Anche microscopicamente essa è assai di rado e appena discernibile intorno ad alcune grandi segregazioni quarzose e feldispatiche, dove si estrinseca per mezzo degli elementi micacei allungati alcuni dei quali si presentano allora in disposizione approssimativamente parallela al contorno delle dette segregazioni. Un' idea di fluidalità macroscopica trasparisce, ma assai dubbia peraltro, in alcuni luoghi dove la roccia contiene miriadi di grossissime segregazioni feldispatiche; giacchè quivi, osservandone la superficie a qualche passo di distanza, si avverte un certo ordine assunto dai grandi cristalli di feldispato, l'orientamento del cui asse maggiore rammenta all'ingrosso la disposizione fluidale. Anche il De Stefani [2] accenna a questa fluidalità del porfido granitico; ma bisogna convenire che questo carattere si presenta tanto raramente e così indeciso nel porfido, che non meriterebbe neppure la pena se ne parlasse; e tanto meno poi dopo osservato lo stesso carattere nell'aplite, dove esso non solo è spiccatissimo, ma anche evidente macroscopicamente quasi dappertutto, e microscopicamente in molti preparati.

---

[1] R. V. Matteucci. — *l. c.*, pag. 78.

[2] C. De Stefani. — *Il così detto porfido* ecc. pag. 103.

Per quante sezioni abbia studiate, e dell' una e dell' altra roccia, non ho mai potuto osservare nulla di paragonabile fra la struttura dell'aplite e quella del porfido granitico. (Tav. V, Fig. 1 e 3). Pur convenendo con tutti i distinti Geologi e Petrografi, che studiarono l'Elba, che il porfido offre molte varietà, son costretto a ripetere qui che non mi sono mai imbattuto in una sua varietà che anche lontanamente mi rammentasse l'aplite (Tav. VII, Fig. 11 e 13). Anche una masserella che trovai inclusa nel porfido presso Campo, che è da ritenersi per una differenziazione magmatica del porfido stesso, ed alla quale, petrograficamente considerata, dovetti assegnare il nome di aplite porfirica [1] non ha nulla a che fare con l'aplite che qui studio.

Sezioni sottili infatti, tagliate opportunamente da campioni di questa roccia presi in diverse località, mi offrirono la più distinta struttura fluidale, e la fluitazione è sempre parallela alla struttura striata di cui ho parlato più sopra. Al massimo grado, nella roccia fresca dell'Acquaviva, di Monte Bello, di Capo Bianco e nelle sezioni tagliate parallelamente al contatto col porfido ai Bagnetti, alle Saline di S. Rocco, a Santa Lucia.

La fluidalità è ceduta alla roccia dalla disposizione orientata dei cristalli albitici che costituiscono in grande preponderanza la massa fondamentale (v. Tav. V, Fig. 1). Si vedrà poi in seguito come l'ordinamento fluidale sia anche assai appariscente intorno alle segregazioni quarzose e feldispatiche, come pure intorno ai piccoli nuclei tormalinici che da queste ultime derivano.

Questa fluidalità così tipica, da non confondersi certamente con la schistosità o gneissicità, non può in alcun modo accordarsi colla origine metamorfica attribuita dal Bucca a questa roccia. E non saprei neppure conciliare questo carattere della fluidalità con il dubbio espresso dal De Stefani a proposito di questa roccia: che possa trattarsi cioè di tufi porcellanoidi o di prodotti devitrificati; giacchè non saprei formarmi un' idea del come, tanto nel primo caso di una roccia clastico-rigenerata, quanto nel secondo, di una devitrificazione di una massa fon-

---

[1] R. V. Matteucci. — *Le rocce porfiriche dell' Isola d' Elba. Differenziazioni, modificazioni ed inclusi del porfido granitico.* Bollettino della Società Geologica Italiana. Vol. XVI, fasc. I. Roma, 1897.

damentale in tutto o in parte amorfa, possa trarre origine una così vistosa struttura fluidale, veramente caratteristica delle rocce filoniane e di trabocco.

VIII.

Segregazioni porfiriche.

Nella massa fondamentale dunque quarzoso-albitico-muscovitica stanno immerse segregazioni attribuibili ad un periodo intratellurico.

Quarzo. — Il quarzo vi si trova piuttosto abbondante, ma, siccome esso, come si vedrà in seguito, non devesi riguardare esclusivamente come costituente originario della roccia, ma come prodotto derivato da azioni pneumatolitiche, così non è evidentemente il caso di considerarlo quale minerale predominante, come disse il Nessig (1). Tanto più che, per l'appunto, esso in gran parte deriva proprio dalla silice dei feldispati di cui spesso occupa in parte il posto. Chè, se poi al Nessig capitò fra mano un campione con qualche differenziazione magmatica acida, è questo un caso che non può venire in nessun modo generalizzato.

Il quarzo, quale segregazione, è in individui piuttosto piccoli, sparsi porfiricamente e talvolta anche allineati fluidalmente nella massa fondamentale. Non sempre nettamente delimitati nè con forma cristallina propria. Voglio notare qui come anche sotto questo aspetto non si può mai confondere l'aplite col porfido granitico, nel quale ultimo il quarzo ha uno sviluppo ragguardevolissimo e in cristalli bipiramidati in cui spesso sono presenti anche le facce del prisma (2).

Il quarzo contiene numerose inclusioni liquido-gasose. Confermo l'osservazione del Nessig, che in questa roccia mancano, o, più esattamente, sono estremamente rari, il zircone e l'apatite; minerali che, come inclusioni, si notano costantemente nel porfido granitico (3).

---

(1) « Das Mengungsverhältnisse beider Gesteinselemente (quarzo e feldispato) ist schwankend, doch kann der Quarz im Allgemeinen als das dominirende Mineral gelten ». (W. R. Nessig. — *l. c.*, pag. 113).

(2) R. V. Matteucci. — *Le rocce porfiriche* ecc. *Porfido granitico,* pag. 80.

(3) W. R. Nessig. — *l. c*, pag. 112.
R. V. Matteucci. — *Le rocce porfiriche* ecc. *Porfido granitico,* pag. 85 e 86.

Segni di riassorbimento operato dal magma vi sono assai dubbii, e se anche talvolta l'irregolare contorno degli elementi quarzosi si può far dipendere dall'azione esercitatavi dalla massa fondamentale, questa corrosione è ben diversa da quella estremamente tipica presentata dal porfido granitico [1] (v. Tav. V, Fig. 3).

Feldispati. — Le segregazioni feldispatiche entrano a far parte della roccia assai più abbondantemente di quello che un esame superficiale potrebbe far ritenere. Quelle infatti che dallo studio microscopico possono venire determinate direttamente per elementi feldispatici non sono la totalità. Ad esse, a rigore, e logicamente, — contrariamente a quanto abbiamo osservato pel quarzo — vanno aggiunte tutte quelle — numerosissime — che, per modificazione sofferta posteriormente alla consolidazione della massa, furono parzialmente o completamente sostituite da tormalina e da quarzo. Ecco come lo stesso processo pneumatolitico fece aumentare la quantità del quarzo e diminuire per contro quella dei feldispati; ecco come *a fortiori* venne alterata la primitiva proporzione dei due minerali nella roccia.

Riserbandomi di parlare più diffusamente della detta sostituzione quando tratterò della genesi della tormalina, mi limito qui a dire come i feldispati di prima generazione siano per lo più ortoclase, e in minor numero plagioclasi sodici, albite ed oligoclase.

Essi tutti, a differenza dei feldispati del porfido granitico (dove raggiungono anche le dimensioni di 12 cm. [2]) non sorpassano mai la grossezza di un pisello, ma sono sempre chiarissimamente discernibili anche ad occhio nudo, e non " mikroporphyrische Feldspäthe „ come dice il Nessig (a pag. 113, *l. c.*).

In diverse sezioni l'ortose sembra in geminati di Karlsbad; i plagioclasi, se non alterati, presentano sempre una geminazione polisintetica. Cristalli ben formati, del resto, non si osservano mai; una struttura zonata vi è assai dubbia; per lo più sono torbidi, in parte caolinizzati, in parte muscovitizzati, quando non sono sostituiti in parte o in tutto da quarzo e tormalina.

---

[1] R. V. Matteucci. — *Le rocce porfiriche ecc. Porfido granitico,* pag 80 e 81.
[2] Id. id. — *l. c.* pag. 83.

Il fatto notato dal Bucca [1], che spesso i feldispati sono torbidi nell'interno e limpidi all'esterno, e che egli inclina a spiegare mediante l'azione del calore che li avrebbe in parte rifusi, sarebbe secondo me da attribuirsi in alcuni casi ad una pura e semplice caolinizzazione dovuta ad azioni esterne, in altri casi invece (quando essi presentano la detta sostituzione in quarzo, tormalina e muscovite) ad azioni pneumatolitiche.

Mica. — La mica, senza paragone sempre meno abbondante che nel porfido granitico, dove — inalterata, come biotite, od alterata in prodotti cloritici, o cambiata in muscovite ecc. — a ragione deve ritenersi come uno dei costituenti principali [2], è tuttavia anche nell'aplite un minerale porfirico e, nonostante la sua scarsezza, risalta sempre nella massa fondamentale da cui certamente si separò nel periodo intratellurico.

Ora in laminette allungate, ora in cristalli tabulari a forma esagona, essa si trova sparsa irregolarmente nella roccia, alla cui fluidalità raramente prende parte. Accordandosi perfettamente coi caratteri delle apliti [3], la mica è muscovite, però spesso alquanto ferrifera. Le piccole dosi di *Fe O* (0, 58 %), risultanti dall'analisi eseguita dal Damour [4] su un campione di aplite del Monte Bello, ci dicono già come i minerali ferriferi siano in questa roccia assai scarsi od oltremodo poveri in ferro. Questa piccola quantità di *Fe O* partecipa alla mica una colorazione bruna chiarissima che non ha naturalmente nulla a che fare con quella della biotite del porfido granitico. Qui si tratta di mica potassica, di muscovite, a lucentezza madreperlacea se inalterata, che cede alla roccia un luccichìo caratteristico.

Della muscovite secondaria della massa fondamentale, o negli elementi feldispatici, o come prodotto derivato dalla tormalina, sempre in fascetti o in cespuglietti fibroso-raggiati, non è il caso di parlarne qui.

---

(1) L. Bucca. — *L'età del granito di Monte Capanne* ecc. Rend. Accad. Lincei. Roma, 1891.

(2) R. V. Matteucci. — *Le rocce porfiriche* ecc. *Porfido granitico*. pag. 84 e 87.

(3) H. Rosenbusch. — *Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine.* Stuttgart, 1887.

(4) Damour — *Examen chimique de deux roches feldspathiques de l'île d'Elbe.* Annales des Sciences physiques et naturelles d'agriculture et d'industrie publiées par la Société nationale d'Agriculture etc. de Lyon. Lyon-Paris, 1850-51.

Mica biotite bruna, come accessoria, vi si osserva anche qua e là, ma assai raramente.

Il granato (almandino?) a cui ci accenna il Fournet [1] non lo rinvenni mai in questa roccia.

IX.

Tormalina: minerale estraneo alla costituzione originaria della roccia.

Un altro minerale infine, che, quantunque non faccia assolutamente parte della roccia come elemento costituente originario e debba attribuirsi ad azioni secondarie e posteriori alla consolidazione della massa, attira in modo speciale la nostra attenzione, ed è la tormalina [2]. Questo minerale, estraneo alla vera costituzione mineralogica della roccia, ne forma tuttavia un carattere oltremodo distintivo.

Io non vorrei tornare qui sulla quistione del ritrovarsi questo minerale sparso dovunque in tutta la formazione cristallina acida della parte mediana dell'Elba. E non vorrei ritornarvi sopra tanto più che nella mia precedente pubblicazione [3] dedicai un piccolo capitolo quasi esclusivamente a dimostrare la costanza della tormalina in queste rocce.

Però, siccome allora si trattava di provare la sua costanza nel porfido granitico e il conseguente difetto di un criterio fon-

---

[1] « L'eurite presente les indices de laminage du leptynite, et l'on peut y rencontrer ça et là de petits grenats rouges qui rendent encore plus frappante la ressemblance de cette manière d'être avec celle des leptinites anciens ». (Fournet, *Notes sur les roches feldspathiques del l'île d'Elbe*. Ann. d. l. Soc. d'agric. et d'hist. nat. de Lyon. T. III, 1851. pag. 395).

[2] Cade qui a proposito ch'io faccia notare come il Rosenbusch dice che la tormalina sovrabbonda talmente in alcuni graniti, come ad esempio nei luxulians, da divenirne *parte costituente essenziale* (wesentlicher Gemengtheil). E ciò può ripetersi anche per la nostra roccia. Ma, avendo io insistentemente manifestata l'idea che la tormalina non deve mai considerarsi come vero minerale costituente dell'aplite, e per eliminare il dubbio ch'io mi trovi in disaccordo col chiarissimo Professore di Heidelberg, tengo a porre in chiaro che io per minerali costituenti di una roccia intendo solo quelli che ripetono la loro genesi dalla solidificazione del magma e che, solo per brevità, ometto di chiamare colla denominazione più esatta di *minerali costituenti originarii* (ursprüngliche Gemengtheile di Rosenbusch — *Mikroskopische Physiographie* ecc II Bd. Stuttgart, 1887, pag. 43).

[3] R. V. Matteucci. — *Le rocce porfiriche dell'Isola d'Elba — Porfido granitico.*

damentale onde stabilire una distinzione tra porfido tormalinico e porfido non tormalinico, ed essendomi allora riserbato di parlare un poco più a lungo di questo minerale qualora avessi trattato della roccia che forma soggetto del presente studio, così anche a costo di ripetermi ove lo crederò necessario, intendo di esaurire qui il tema che mi sono proposto.

Per ciò che riguarda il porfido granitico, parmi d'avere provato all'evidenza come una classificazione quale quella proposta dal Nessig [1] per le rocce porfiriche dell'Elba, basata in prima linea sulla presenza e sulla mancanza di questo minerale, non abbia ragione di esistere; appunto perchè, anzichè su un carattere differenziale, si fonda su un carattere comune. L'affermazione quindi dell'autore [2] " der Turmalin ist keineswegs ein so constanter Gemengtheil dieser Gesteine, al sman angegeben findet „ sia perchè egli considera la tormalina come minerale costituente di queste rocce, sia perchè non la trova generalmente sparsa, credo debba attribuirsi alla scarsezza del materiale da studio ch'egli ebbe a propria disposizione. L'abbondante materiale all'incontro, che io credetti opportuno raccogliere all'Elba per le mie ricerche, mi permise di giungere a conclusioni opposte; e, come prova inconfutabile che la tormalina non vi si trova localizzata, citai una ventina di luoghi dove da me, o da altri prima di me, essa fu rinvenuta [3].

E ciò valga pel porfido granitico.

Riguardo all'aplite potrei ripetere per la massima parte le cose già dette pel porfido e che cioè, dovunque essa si trova, presenta sempre tormalina. Certo che la sua proporzione varia grandemente da luogo a luogo, e debbo anche aggiungere che qua e là *sembra* essa mancare totalmente. Io ho voluto raccogliere anche campioni dove ad occhio nudo non si vedeva la minima traccia di questo minerale, e dove però il microscopio me ne svelò la esistenza ed in quantità anche rilevanti. Ciò mi accadde, fra le altre, nello studiare certi esemplari di aplite presi alla sommità della collinetta di S. Lucia e nei lembi fra Magazzini e Porto Longone. Ma ripeto che, assai spesso, da

---

(1) W. R. Nessig. — *Die jüngeren Eruptivgesteine* etc. pag. 106.

(2) Id. id. — *l. c.*, pag. 105.

(3) R. V. Matteucci. — *Le rocce porfiriche* ecc. *Porfido granitico.* pag. 74.

un semplice esame macroscopico si può esser tratti in errore. È così indubbiamente che il Lotti opinava essere l'aplite della parte orientale dell'Isola "non tormalinifera" [1].

Da quanto sono venuto fin qui esponendo, risulta che la costanza della tormalina è carattere generale del porfido granitico, non solo, ma comune anche all'aplite.

Ciò non pertanto, e quantunque io abbia sempre considerato la tormalina in queste roccie non come loro parte costituente, ma bensì come minerale neogenico, e quindi non abbia mai annesso alla sua esistenza nessuna importanza immaginabile relativamente alla genetica delle rocce stesse, pure trovo nel suo diverso modo di presentarsi un carattere assai marcato che distingue nettamente — salvo rarissime e trascurabili eccezioni — l'aplite dal porfido granitico. Nel porfido infatti la tormalina si presenta sempre in cristalli isolati o riuniti in fascetti paralleli o annidiata in irregolari ciuffetti [2]. Il caso di piccoli

---

[1] B. Lotti. — *Descrizione geolog.* ecc. pag. 147.

[2] Ne riporto qui testualmente qualche citazione tolta da diversi autori:

« Der Porphyrgang am Viticciogolf enthält grosse weisse Feldspathkrystalle, bis $^1/_2$ Zoll grosse gerundete Quarzdihexaëder und kleine Turmalin-Nester ». (G. v. Rath. — *l. c.*, pag. 683).

« In der oberen Thalhälfte (von S. Martino) ist ein ausgezeichnet grosskörniger Porphyr verbreitet, in dessen Grundmasse Turmalin in kleinen Nestern und Gruppen nie fehlt ». (G. v. Rath. — *l. c.*, pag. 686).

« Auf der westlichen Seite des Golfs von Acona findet sich ein feiner weisskörniger Quarzporphyr, mit zahlreichen kleinen Turmalinen, welche nicht nesterweise, wie gewöhnlich, sondern einzeln im Gestein liegen ». (G. v. Rath. — *l. c.*, pag. 690).

« Der Turmalin bildet in der Gesteins-Grundmasse (vom Gestein am Wege von Porto-Ferraio nach Marciana, den Macigno überlagernd; vom Gestein vom Golf von Campo, vom Cap Enfola und von Napoleon's Villa im Thal S. Martino) vorzugsweise mikroskopisch hervortretende, büschlige Aggregate von blaugefärbten, prismatischen bis nadelförmig-stacheligen Krystallen, die an den Enden oft ganz entfärbt sind und auch sonst nur einen schwachen Pleochroismus offenbaren. Daneben ist der Turmalin auch in mehr körnigen Massen zugegen ». (W. R. Nessig. — *l. c.*, pag 111 e 106).

Nel porfido quarzifero (porf. granitico) notansi « come accessorii, cristallini d'apatite e di zirkone, tormalina in gruppetti talora così frequenti da dar luogo ad una varietà di porfido tormalinifero ». (B Lotti. — *Descrizione geologica* ecc. pag. 140).

« Il porfido quarzifero della Punta Penisola, del Serrone, della Val di Lazzaro e del Monte S. Lucia è prevalentemente granitico e tormalinifero. La tormalina vi si trova in gruppetti fibroso-radiati come quando comparisce nel granito normale del M. Capanne ». (B. Lotti. — *Descrizione geologica* ecc. pag. 156).

In un campione della Gala, presso Marciana, « si osservano qua e là delle macchiette nere formate da aggregati fibroso-raggiati di tormalina. Questi aggregati di tormalina sono spesso aderenti ai feldispati; e talora, partendo dal loro contorno, s'irradiano nell'interno ». (L. Bucca. — *L'età del granito* ecc. pag. 12).

aggregati radiali vi è oltremodo raro e addirittura da non tenerne alcun conto.

Nell'aplite invece il modo di presentarsi della tormalina, sempre in noduli subrotondi a regolare struttura fibroso-raggiata, colpisce a prima vista e cede alla roccia un carattere assai peculiare [1]. Il caso qui di ciuffetti irregolari o di cristalli isolati è ancora più raro di quello inverso rammentato pel porfido.

Prendiamo ad esaminare questi nuclei tormalinici. Quanto alla forma, essi sono sempre subrotondi, ovoidali o sferici, talora alquanto depressi. Le loro dimensioni, come già accennai, sono svariatissime. Per lo più queste oscillano (come a Capo Bianco, a Monte Bello ecc.) fra la grossezza di una nocciuola

---

Secondo la descrizione della roccia della Conca, a Marciana, data dal Mattirolo « la tormalina si trova irregolarmente distribuita in aggregati.... più raramente la tormalina si trova in cristalli isolati ». (L. Bucca. — *L'età del granito* ecc. pag. 12).

Piccole accumulazioni tormaliniche rotondeggianti e a struttura radiale, notate dallo scrivente a Scaglieri ed a Mulino a Vento (R. V. Matteucci — *Le rocce porfiriche* ecc. *Porfido granitico.* pag. 91), come quelle citate dal Bucca, appartengono alle rare eccezioni a cui ho accennato sopra.

[1] Trascrivo anche per l'aplite, come ho fatto pel porfido, le principali citazioni di alcuni autori:

« Am Monte Bello und anderen Punkten der Nordküste kommen feinkörnige schneeweisse Gesteine vor, in denen der Turmalin rundliche, fast dichte Knauer bildet ». (G. v. Rath - *l. c.*, pag. 676)

« Am Capo Bianco finden sich feinkörnige weisse Porphyrvarietäten, in denen der Turmalin eigenthümliche gerundete härtere Concretionen von schwarzer Farbe bildet ». (G. v. Rath. — *l. c.*, pag. 686).

« Ausgezeichnet durch eine schneeweisse Farbe und noch erkennbar körniges Gefüge, beobachtet man an denselben..... schwarze bis blauschwarze, wie Tintenflecke aussehende, concretionäre Knötchen und grössere Knauer von Turmalin ». (W. R. Nessig — *l. c.*, pag. 112).

« Was nun die Turmalin-Concretionen anbelangt, die eine ausnehmende Grösse nur im Gestein von Capo Bianco erreichen..... ». (W. R Nessig. — *l. c.*, pag. 113).

« Altra varietà euritica del porfido quarzifero è costituita da una massa compatta candida, in cui sono disseminati noduli rotondeggianti di varia grossezza e di color grigio-bluastro ». (B. Lotti. — *Descrizione geologica* etc. pag. 140).

« Generalmente questa roccia presenta delle macchie nero-bluastre, che spiccano sulla candida massa come delle macchie d'inchiostro, di forma varia e di diverse dimensioni, sempre però tondeggianti e costituite da tormalina ». (L. Bucca. — *L'età del granito* ecc. pag. 22).

« Questa roccia è compattissima, per lo più bianca, con nuclei scuri di tormalina ». (C. De Stefani. — *Granulite, granitite* ecc. pag. 11).

« Al Capo Bianco è un porfido bianco (onde il nome del luogo) e di grana fine, in cui la tormalina forma dure e rotonde concrezioni di colore nero o grigio-nero-azzurrastro ». (A. D'Achiardi. — *Mineralogia della Toscana.* Vol. II, pag. 210).

e quella di una noce. Nell'aplite dei lembi fra il Golfo di Portoferraio e Porto Longone sono al massimo della grossezza di un pisello. A S. Lucia generalmente microscopici o come granelli di miglio. Fra la Punta di Sansone e quella dell'Acquaviva ho raccolto noduli della grossezza di un pugno d'uomo. Il Lotti (1) nella roccia della Paludella ne notò alcuni del diametro di 15 centimetri.

Che essi non siano costituiti da una sola sostanza, come già anche ad occhio nudo si induce, e come già fece notare il Nessig (2), viene confermato dall'esame microscopico.

Macroscopicamente, la massa a colore fondamentale turchino grigiastro scuro si vede cosparsa da una materia polverosa bianca, e qua e là relativamente grandi frammenti o fascetti di cristalli prismatici di un bleu cupo.

A luce comune questi nuclei si risolvono in una massa finamente granellosa, in un miscuglio di frammenti di tormalina bluastra e di granuli di quarzo limpidissimo. Però, usufruendo della luce polarizzata, già col solo polarizzatore, e girando la *plattine*, e meglio ancora a nicols incrociati, in base al forte pleocroismo nel primo caso e in base alla direzione d'estinzione nel secondo, si perviene facilmente a stabilire che i summentovati frammenti di tormalina non sono geneticamente indipendenti gli uni dagli altri ma collegati da una legge cristallogenetica, e disposti in un ordinamento particolare quale è quello che si osserva nei ben noti luxulians del Cornwall ed in tante pegmatiti tormaliniche.

Questi nuclei tormalinici in conclusione si possono ben definire come *aggregati di cristalli prismatici disposti in ordine radiale*, il cui assettamento raggiunge la massima regolarità quando il punto d'origine dei cristalli è unico e corrisponde approssimativamente al centro geometrico del nucleo. Questo è il caso frequente, specie dei piccoli nuclei, ma non generale; giacchè spesso il punto d'origine dei cristalli è molto eccentrico, o più d'un sistema radiale fa parte dello stesso nodulo; allora l'ordine viene disturbato e se ne rende più difficile la constatazione. Le sezioni passanti pel centro dei nuclei si prestano però sempre più efficacemente allo studio.

---

(1) B. Lotti. — *l. c.*, *Descrizione geologica* etc. pag. 156.
(2) W. R. Nessig. — *l. c.*

Riguardo alla architettura cristallografica — diciamo così — di questi nuclei, non come semplice studio della loro struttura, ma perchè conducono alla spiegazione della loro genesi, trovo opportuno aggiungere altre osservazioni fatte in parte sopra luogo e in parte su campioni da me raccolti; osservazioni che, quantunque minuziose e apparentemente futili, hanno per me una certa importanza. E cioè: Quando i nuclei sono sferici, i cristalli tormalinici costituenti irradiano tutti col massimo ordine da un punto centrale verso la periferia. (Tav. V, fig. 5).

Mantiensi regolare l'irradiamento dei cristalli da un solo punto comune, ma hanno essi uno sviluppo disuguale nei diversi settori, dipendente da un differente accrescimento secondo l'asse principale, si trova allora il punto d'origine eccentrico, ed il nucleo è più o meno schiacciato o acquista una forma globulosa od ovoidale.

A costituire i nuclei più allungati entrarono però in generale in giuoco due punti d'origine, o centri cristallogenetici, più o meno ravvicinati l'uno all'altro. Gli elementi tormalinici dei due sistemi formano allora un sistema solo.

Altrettanto si dica se la distanza fra i punti d'origine è maggiore. In tal caso però, in generale, il nucleo è doppio e la sua sezione è quella di una più o meno regolare lemniscata (Tav. VII, fig. 12) alla cui strozzatura prendono parte i cristalli dei due sistemi, fra loro intrecciantisi in corrispondenza della strozzatura stessa.

Se un terzo centro cristallogenetico prende parte allo stesso sistema, si ha un nucleo triplo la cui sezione è una doppia lemniscata; e così di seguito.

Aumenta la distanza dei centri cristallogenetici per modo che gli elementi dei singoli sistemi radiali non arrivano ad intrecciarsi ed a confondersi gli uni con gli altri, si ha una sequela di nuclei isolati, più o meno ravvicinati, più o meno sviluppati, e formanti delle serie in generale allungate nel cuore della roccia (Tav. VII, fig. 11).

Uno splendido esempio del passaggio da combinazioni di più nuclei riuniti in un sistema allungato a serie di nuclei indipendenti mi è offerto da un magnifico esemplare che ho raccolto a Monte Bello e che merita d'essere descritto nei suoi particolari. È un frammento di aplite che presenta una fenditura

disegnata in parte da una zona di tormalina. La fenditura, e quindi la zona tormalinica, seguono la fluidalità della roccia. Rotto il campione secondo la fenditura, le due pareti sono rivestite quasi uniformemente da una moltitudine di cristalli tormalinici in assettamento fibroso-raggiato. Una sezione però perpendicolare al piano di fenditura mostra come la tormalina non vi sia affatto uniformemente distribuita ma vi costituisca bensì qua e là delle accumulazioni assai più vistose allacciate fra loro da uno straterello tormalinico che è talvolta così sottile da sembrare un velo, per così dire, stracciato; le cui stracciature corrispondono a parziali interruzioni. Le dette vistose accumulazioni non sono altro che i noti nuclei.

X.

Esame microscopico dei nuclei tormalinici.

Questi nuclei sono dunque aggregati di cristalli tormalinici divergenti da uno, due o più centri di cristallizzazione. L'accrescimento radiato dei prismi è continuamente interrotto da granuli di quarzo, tantochè questi nuclei, veduti in sezione sottile, presentano una struttura decisamente micropegmatitica (Tav. VI, fig. 6). Una sezione mediana di uno di tali globuli, se nella lamina sono contenuti con approssimazione gli assi ottici, presenta ad un solo nicol, fenomeni di polarizzazione tali che in due quadranti opposti si ha il massimo assorbimento mentre negli altri due quadranti massima luminosità. Girando la *plattine* si vedono diventare oscuri e chiari gli elementi che entrano nei relativi quadranti di oscurità e di chiarezza, perpendicolari e paralleli alla sezione principale del nicol analizzatore. A nicols incrociati e con piccoli ingrandimenti, facendo corrispondere al centro del campo visivo quello del nucleo, si avverte la croce scura propria degli aggregati radiali [1]. Questi fenomeni di polarizzazione sono evidentemente più o meno mascherati dalla succitata struttura pegmatitica, ma con un esame accurato essi si avvertono sempre.

---

[1] H. Rosenbusch. — *Mikrosk. Physiogr. d. Min. u. Gesteine.* I. Band. pag. 69 e 70.

La tormalina, che, veduta ad occhio nudo, è quasi nera, in lamine sottili è di un bleu cangiante spesso in verde-mare e chiaramente pleocroitica. Nelle sezioni tangenziali ai nuclei i cristalli tormalinici offrono contorni esagonali talora regolarissimi, ed una colorazione per lo più secondo zone concentriche, dal centro alla periferia, nell'ordine seguente: bruno, violaceo, giallo-arancio, bleu intenso.

Il quarzo che entra a far parte di questi nuclei è in granuli senza determinata forma e sempre oltremodo incoloro e limpido. Spesso contiene inclusioni ordinate parallelamente al contorno.

Cristalli o frammenti di feldispato non si rinvengono assolutamente mai nell'interno dei nuclei; ma si vedrà fra poco come, al contrario, si trovino talvolta elementi feldispatici compenetrati in parte da cristalli di tormalina e granuli di quarzo.

I noduli, alla superficie, sono rivestiti da prodotti di decomposizione. Questa alterazione che si apprezza già macroscopicamente nell' insieme, si osserva poi assai proficuamente su ciascun individuo tormalinico. Infatti, seguendo un cristallo per tutta la sua lunghezza, si vede che esso, a mano a mano che si va dal centro del nucleo alla periferia, perde sempre più la colorazione e la trasparenza; diviene assai torbido, e finisce per cambiarsi in una sostanza muscovitico-cloritica in cespuglietti fibroso-raggiati. Questo feltro micaceo-cloritico che riveste completamente i noduli non è che un prodotto di alterazione della tormalina dovuto ad agenti meteorici [1].

Dice bene il Blum, che la tormalina, per questo avvicinamento o passaggio alla mica, perde il suo color nero e la sua durezza [2]; ma, per quanto riguarda il carattere della trasparenza, io ho da osservare che questo diminuisce anzichè cre-

---

[1] Già, fin dal 1843 il Blum avvertì che sostanza micacea, pseudomorfica di tormalina, poteva sostituire questa in parte o anche completamente. « Es ist nichts Seltenes, dass Krystalle, namentlich von schwarzem Turmalin, sich mit Glimmer-Blättchen überzogen zeigen; auch findet man sie zuweilen mit Sprüngen parallel den Queraxen versehen, die zum Theil mit Glimmermasse erfüllt sind; ja man hat den Glimmer selbst in der Form des Turmalins getroffen ». (J. R. Blum. — *Die Pseudomorphosen des Mineralreichs*. Stuttgart, 1843, pag. 94).

[2] « Der Turmalin verliert, durch diese Annährung zum Glimmer, seine schwarze Farbe, seine Undurchsichtigkeit und Härte ». (J. R. Blum. – *Die Pseudomorphosen des Mineralreichs*. Stuttgart, 1843, pag. 94).

scere con l'alterazione, nel senso che i cristalli tormalinici sono trasparenti se inalterati e più o meno torbidi dove è più o meno inoltrato il cambiamento in sostanza micacea o cloritica.

Nei campioni di aplite da me raccolti a S. Lucia si osservano pure piccoli nucleetti tormalinici sferoidali, spesso microscopici. Essendo però la roccia piuttosto profondamente alterata, anche la tormalina è cambiata quasi totalmente nella detta sostanza cloritico-micacea, e, nel centro di molti nuclei si ha un piccolo cristalletto cubico di limonite pseudomorfica certo di pirite (Tav. VI, Fig. 7). Già il Krantz aveva notato che l'aplite della sommità della collinetta di Santa Lucia " nicht mehr frisch erhalten ist ..... und voll von feinen, stets mit Eisenoxyd erfüllten Poren „ (1). Nel lembo fra la Punta dell'Acquaviva e la Punta di Sansone specialmente, ed anche altrove, si notano assai spesso piccoli nuclei tormalinici cambiati, in tutto o in parte, in pirite.

XI.

Genesi della Tormalina

Della genesi della tormalina nell'aplite dell'Elba poco o punto si occuparono gli autori che studiarono quell'isola. Io ne attribuisco l'origine al *processo pneumatolitico* col quale Bunsen (2) comprende l'insieme delle alterazioni e dei cambiamenti dovuti all'azione dei gas vulcanici (3).

Il Fournet ritiene questo minerale per elemento proprio della roccia, e così si esprime: " Les mineraux accessoires empâtés sont la tourmaline et le mica, qui montrent d'ailleurs une certaine tendance à se substituer l'un à l'autre „ (4).

---

(1) Krantz A. — *Geognostische Beschreibung der Insel Elba.* Karsten's Arch., Vol. XV, 1842, pag. 384.

(2) Bunsen R. — *Ueber die Prozesse der vulkanischen Gestein-Bildungen Islands.* Poggendorf's Annalen. Bd. LXXXIII, 1851.

(3) « Die Gesammtheit der Umbildungen und Zersetzungen durch vulkanische Gase fasste Bunsen als pneumatolytische Wirkungen zusammen ». (F. Zirkel. — *Lehrbuch der Petrographie.* I Bd. Leipzig, 1893, pag. 583).

(4) Fournet. — *l. c.*, pag. 431.

Il v. Rath (*l. c.*) si trattiene diffusamente sulle druse e sui cosidetti filoni del Granito di Monte Capanne, attribuendo la formazione anche della tormalina — al pari che di tutti gli altri minerali rari che spesso da questa sono accompagnati — ad acque minerali calde che, salendo dalle profondità, avrebbero penetrato il massivo granitico; ma egli non applica la teoria alla formazione della tormalina nelle rocce della regione mediana dell'Isola d'Elba.

Il Nessig, come più volte ho avuto occasione di rammentare, considera la tormalina come minerale proprio del magma aplitico e, per conseguenza, i nuclei — come trasparisce da tutto il suo studio — spettanti alla consolidazione del magma stesso. Nel quarzo di questi nuclei egli vede un prodotto di decomposizione della tormalina [1].

A convalidare il suo asserto egli aggiunge poi un' altra osservazione, e cioè che " in questa roccia si trovano spesso grigi e torbidi individui minerali, manifestamente alterati e compenetrati da numerosi granuli di quarzo, i quali individui presentano una decisa struttura fibrosa. Dapprincipio questi furono ritenuti per feldispati alterati, ma il loro paragone con la tormalina e, segnatamente la caratteristica compenetrazione con granuli di quarzo condusse a ritenerli come un prodotto pseudomorfico della tormalina " [2].

Parlai già dei prodotti a cui la tormalina, per vera decomposizione, dà luogo, e quindi le mie osservazioni non hanno fatto altro che confermare quella or ora riportata del Nessig.

---

[1] « Schon die makroskopische Betrachtung der grösseren Turmalinknauer liess erwarten, dass dieselben nicht vollständig aus Turmalin bestehen, da sich in der blauschwarzen Masse derselben weisse Flecke erkennen lassen und der ganze Schörlcomplex wie mit feinem Mehl bestäubt erscheint. Unter dem Mikroskop gewahrt man denn auch, dass sich zwischen den einzelnen Turmalin-Individuen Körner und Körner-Aggregate von hellem, farblosem Quarz einstellen. Diese sehr charakteristische Verknüpfung mit dem Quarz führte nur zur Erkennung einer eigenthümlichen Umwandlung, welche der Turmalin erleidet ». (W. R. Nessig. — *l. c*, pag. 113).

[2] « Es finden sich nämlich im Gestein oft graue, trübe, von zahlreichen Quarzkörnern durchwachsene, augenscheinlich umgewandelte Mineral - Individuen, welche eine entschiedene Faserung zur Schau tragen. Anfangs wurden diese Gebilde für alterirten Feldspath gehalten, allein die Vergleichung mit dem Turmalin und namentlich das charakteristische Durchwachsensein mit Quarzkörnern führte zur Annahme eines pseudomorphosen Productes des Turmalins ». (W. R. Nessig. — *l. c.*).

Quanto poi al considerare anche il quarzo come un prodotto di alterazione della stessa tormalina, io non posso in alcun modo convenirne. Del resto, che spesso questi prodotti micaceo-cloritici dipendano dalla tormalina, ciò non toglie che indirettamente essi siano collegati con primitivi elementi feldispatici, di cui talvolta, in complesso, conservano perfino la forma.

Nè il Lotti che accetta la teoria delle secrezioni laterali per i filoni di S. Piero ecc. (1), nè il Dalmer che ammette l'azione di esalazioni boriche nella formazione degli stessi filoni (2), parlano affatto della genesi della tormalina dell'aplite (3).

Il Bucca, descrivendo la roccia della spiaggia di Monte Bello, considera la tormalina epigenica di feldispato, e così ne parla: " nelle segregazioni di feldispato molto caolinizzato si presentano dei granelli di tormalina, tanto più distinta quanto maggiori sono le sue dimensioni; e questi granelli di tormalina vanno sostituendo poco a poco tutta la massa dei feldispati sino a che talora di questi non resta che la sola forma esterna, essendo ridotti ad un aggregato di granuli di tormalina. I gra-

---

(1) K. Dalmer — *Die geologischen Verhältnisse der Insel Elba.* (Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 57, 1884; pag. 27).

(2) K. Dalmer. — id. id. pag. 29.

(3) Ho voluto accennare a quanto fu detto pei filoni e druse tormalinifere di S. Piero ecc. perchè non posso dubitare che la stessa derivazione abbia anche la tormalina della roccia in esame. Recenti studii provarono all'evidenza che assai spesso esalazioni di acido fluoridrico e borico seguirono quei periodi di attività endogena nei quali si costituirono i massivi granitici, sienitici, dioritici, ecc. Io ritengo che sprigionamenti di questi due gas si abbiano in tutte le manifestazioni vulcaniche in genere, accompagnando — sia pure in proporzioni assai limitate — gli altri acidi volatili solforoso, solfidrico, cloridrico ecc. È però ammissibile che la loro azione si eserciti più intensamente negli ultimi periodi di attività vulcanica. Comunque sia, la nostra tormalina, parmi debba la sua esistenza alle stesse azioni che produssero i filoni e le druse del granito di Monte Capanne.

Io non posso ammettere che debbano ripetere un'origine diversa da quella dei filoni e druse nel granito normale di S. Piero. 1.° la tormalina nelle dislocazioni del porfido granitico fra Monte Pericolo e Secione delle Cime, lungo la strada che da Portoferraio conduce a Procchio; 2.° le vene tormaliniche attraversanti in ogni senso il porfido al Golfo della Biodola, alla Punta di Sansone, ecc. (R. V. Matteucci — *Le rocce porfiriche* ecc. *Porfido granitico* pag. 93 e 94); 3.° le piccole vene pegmatitiche con quarzo feldispato e tormalina che si trovano nell'aplite dei lembi fra Magazzini e Porto Longone; 4.° le numerose vene tormaliniche dell'aplite fra la Punta di Sansone e quella dell'Acquaviva; 5.° il materiale tormalinico che sovrabbonda nell'aplite delle Saline presso Portoferraio; 6.° la tormalina infine sparsa nel porfido granitico e costituente i nuclei di tutta quanta la formazione aplitica.

nelli, fondendosi fra di loro, costituiscono poi dei cristalli più grandi. Qui appare dunque più palese una epigenesi della tormalina sul feldispato „ [1]. In altro luogo poi il Bucca, descrivendo un campione di porfido granitico della Gala, presso Marciana, dice [2]: “ nella roccia si osservano qua e là delle macchiette nere formate da aggregati fibroso-raggiati di tormalina. Questi aggregati di tormalina sono spesso aderenti ai feldispati: e talora, partendo dal loro contorno, s'irradiano nell'interno „. Quantunque egli consideri l'aplite ed il porfido come rocce tanto diverse, e cioè la prima come roccia schistosa antica metamorfizzata dalla seconda, pure dalle sue parole or ora citate sembrami poter arguire che anch'egli attribuisce la stessa origine alla tormalina di entrambe le rocce. E su ciò io sono perfettamente d'accordo con il Bucca.

La presenza della tormalina in queste rocce devesi unicamente ad una fase solfatarica che, come ultima manifestazione, deve aver chiuso il periodo di attività endogena che implicò la regione centrale dell'Elba. In mancanza di condotti vulcanici propriamente detti e di altre vie aperte di comunicazione coll'esterno, trovarono i gas fluo-borici nella porosità della roccia sovraincombente la strada onde emanarsi dalle profondità, e, nella loro lenta penetrazione attraverso la roccia già consolidata, produssero le alterazioni sui feldispati trasformandoli in parte o totalmente in tormalina e quarzo.

Abbiamo veduto come negli aggregati radiali la tormalina presenti anche una struttura micropegmatitica. Dal conseguente aspetto scheletriforme assunto dagli elementi tormalinici si sarebbe quasi indotti a ritenerli per cristalli completi che abbiano subìto posteriormente una corrosione. Ma essendo quegli interstizii occupati da solo quarzo limpidissimo, devesi considerare quest'ultimo come dipendente da processo di desilicizzazione del feldispato preesistente. Ed è evidente che il contemporaneo costituirsi dei granuli di quarzo abbia impedito di molto il libero accrescimento dei cristalli di tormalina che, naturalmente, assunsero la citata forma pegmatitica. (Tav. VI, fig. 6).

---

(1) L. Bucca. — *L'età del granito* ecc pag. 26.
(2) Id. id. — *l. c.* pag. 12.

Interessantissimi per lo studio della genesi di questi nuclei, e della tormalina di queste rocce in genere, sono i seguenti fatti:

L'aspetto listato — di cui ho parlato trattando della struttura dell'aplite — che si osserva nelle scogliere specialmente dell'Acquaviva, è dato da filari che risaltano sul fondo bianco della roccia, e per il loro colore scuro, e per il loro regolare ordinamento parallelo (Tav. VII, fig. 11). In lamine sottili si determinano questi filari per accumulazioni tormaliniche aventi la stessa struttura descritta pei sistemi di nuclei in serie allungate. Tali filaretti si riducono spesso di un'estrema sottigliezza e talvolta sembrano interrotti, tal'altra lo sono realmente. Le interruzioni apparenti vengono però determinate per tali mediante l' esame microscopico. Giacchè in corrispondenza vi si notano elementi feldispatici appartenenti ad una prima consolidazione, alcuni dei quali sono perfettamente limpidi; altri offrono un contorno irregolarissimo ma che nulla ha a che fare con le corrosioni dipendenti da un riassorbimento magmatico. Questi cristalli imperfetti sono circondati da numerosi granuli di quarzo che costituiscono anche piccoli aggruppamenti nell' interno dei feldispati stessi. Ora, tutti questi granuli di quarzo sono appunto da ritenersi come risultato di una azione pneumatolitica che, se si fosse maggiormente protratta, avrebbe potuto anche dar luogo a nuclei tormalinici. La granulazione quarzosa è perfettamente identica a quella dei nuclei.

In altri elementi relativamente grandi di feldispato si osserva un nucleo centrale ancora perfettamente intatto, contornato da una zona — per dir così già quarzizzata — di granuli quarzosi limpidissimi, aggruppati qua e là; ed esternamente, fino al contorno preesistente dell' elemento feldispatico, tormalina.

Altri individui feldispatici infine sono già penetrati più o meno profondamente da cristalli di tormalina costituitavisi in accumulazioni radiali micropegmatitiche cosparse da quarzo limpido. Come queste accumulazioni non siano che nuclei in via di formazione, e come da essi si passi a questi, sarebbe superfluo m' intrattenessi. E l'importanza degli splendidi esempi surriportati è troppo evidente perchè io non mi dispensi dall' aggiungere ulteriori osservazioni a schiarimento.

Io non credo però che tutti i nuclei tormalinici si siano costituiti unicamente a spese di grandi segregazioni feldispatiche, chè, anzi, ritengo l'azione dei gas fluo-borici si sia esercitata anche sulla massa fondamentale dell'aplite a base feldispatica. Ma ho constatato sempre che gli aggregati tormalinici sviluppatisi nei cristalli di feldispato sono della massima regolarità, avendo essi trovato nei cristalli stessi un ambiente assai più adatto che non nella massa fondamentale, per il loro assettamento raggiato.

Che la penetrazione dei gas fluo-borici si debba ad un' ultima fase solfatarica ce ne è data una prova nel fatto seguente. Parlando del porfido granitico ([1]), accennai ad una breccia di frizione endogena (Reibungsbreccie dei Geologi tedeschi) formatasi in seno al massivo roccioso ed occupante alcune fenditure fra Monte Pericolo e Secione delle Cime e dissi che in queste fenditure gli elementi di stritolamento furono in seguito impastati da calcite e quarzo, dove si trova pure annidiata della tormalina. Qualche cosa di simile offre l'aplite porfirica. Fra le Saline e la Rada, presso Portoferraio, si osserva infatti una breccia aplitica di dislocazione dove gli elementi aplitici, talvolta angolosi e a superficie ben delimitata, tal'altra finamente stritolati, sono risaldati insieme da un cemento tormalinico-quarzoso bleu-scuro che, formandovi una elegante reticolazione, dà al complesso una impronta di mosaico (Tav. VI, fig. 9 e 10).

Un altro splendido esempio posso addurre a prova della posteriorità della tormalina, esempio che mi è offerto dal lembo fra la Punta di Sansone e la Punta dell'Acquaviva. Quivi l'aplite è intersecata in tutti i sensi da numerosissime fenditure — evidentemente posteriori alla consolidazione della roccia — disegnate nella massa da vene di tormalina accompagnata sempre, ed esclusivamente, da quarzo limpidissimo. Nei punti dove lo sviluppo della tormalina è maggiore, ivi forma questa i descritti globuli, talora grossissimi.

Degno di nota si è che la tormalina, indubbiamente dipendente dal processo pneumatolitico, o, in altri termini, intimamente collegata con un periodo solfatarico post-vulcanico o

([1]) R. V. Matteucci. — *Le rocce porfiriche* ecc. *Porfido granitico.* pag. 93.

retrospettivo, non si trova mai accompagnata da topazio, nè da cassiterite, nè da miche fluorifere, come quasi sempre fu riscontrato nei graniti tormaliniferi di diverse località [1] e nei prodotti derivanti dall'azione di esalazioni di fluoro e boro. Ciò non toglie però che la tormalina nell' aplite dell'Elba ripeta esattamente la stessa origine di quella attribuita dal Rosenbusch alla tormalina di alcune rocce abissali, come il luxulian ed il greisen [2].

XII.

Distribuzione della tormalina in rapporto con la struttura intima della roccia.

La tormalina, benchè di formazione secondaria, presenta alcune relazioni con la struttura della roccia; relazioni che

---

(1) H. Rosenbusch. — *Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine.* Stuttgart, 1892. I Bd. pag. 353, 444 e 587.

(2) « Da nun die Bildung des Turmalins mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit auf eine bestimmte Gruppe von Sublimationsprocessen hinweist, wofür auch seine häufige Begleitung durch Topas und Fluorit spricht, so kann die Entstehung dieses Minerals nicht nothwendig an einen bestimmten Contact, sondern nur allgemein an das Vorhandensein von Spalten geknüpft sein, die allerdings sich naturgemäss häufiger an der Peripherie als in dem Centrum von Gesteinskörpern zeigen werden. Wo der Turmalin sich derart herrschend in einem granitischen Gestein ansiedelt, dass er ein wesentlicher Gemengtheil wird, wie in den eigentlichen Turmalingraniten und Luxullianen, da lässt sich seine secundäre Entstehung mit Sicherheit aus dem Umstande erweisen, dass er als Verdränger ursprünglicher Gemengtheile und in Pseudomorphosen nach diesen (Biotit, Feldspath) erscheint. Derartige Gesteine wären demnach wirkliche metamorphe Facies von Graniten und zwar solche einer eigenthümlichen Art, die man, nur an ihre Genese zu erinnern, als Fumarolenfacies bezeichnen könnte.... Dass auch der Greisen eine metamorphe und zwar eine durch dieselben Agentien entstandene Facies granitischer Gesteine sei, beweist sein geologisches Gebundensein an und seine Uebergänge in diese, seine Entwicklung von Spalten und Klüften aus, das Auftreten der gleichen abnormen Gemengtheile und die Verdrängung des Feldspaths durch dieselben oder analoge Mineralcombinationen. Der Greisen ist nicht nur ein feldspathfreier, durch accessorischen Gehalt an Topas, Fluorit, Nakrit, Cassiterit, Rutil, Lithionit, Turmalin, u. s. w. charakterisirter Granit, sondern ein Granit, dessen Feldspath verdrängt ist durch Quarz, welchen die andern Mineralien, zumal Topas, begleiten. Der ganze Process der für den Greisen charakteristischen Mineralbildungen ist nur verständlich unter Annahme von Fluor-und Bor-haltigen Exhalationen, welche auf das feste auskrystallisirte Gestein einwirkten und den Glimmer und Feldspath z. Th. unter Erhaltung ihrer Formen durch die Neubildungen Quarz, Turmalin, Topas, Fluorit, Cassiterit, etc. ersetzten ». (H. Rosenbusch. — *Mikroskopische Physiographie* etc. Stuttgart, 1887, Bd. II, pag. 43 e 44).

hanno un certo valore per una meno incompleta conoscenza dell'intima costituzione della roccia stessa, e su cui credo opportuno soffermarmi un istante, esponendo alcune considerazioni, quasi a riepilogo delle cose or ora dette.

Sebbene la tormalina in alcune zone aplitiche, come ad esempio in quella allineata E.-W. che corre da Capo Bianco alla Punta dell'Acquaviva, sia senza paragone più abbondante che nel porfido granitico, pure, ripeto, questo minerale non è niente affatto caratteristico dell' aplite, trovandosi esso dappertutto anche nel porfido. Debbo però anche ripetere qui come il suo habitus sia assai differente nelle due rocce. Il porfido granitico, veduto in massa o in piccoli campioni, o esaminato microscopicamente, non lascia mai trasparire un ordinamento immaginabile assunto dalla tormalina. Questa vi si trova sempre sparsa qua e là senza nessuna regola. Precisamente il contrario si nota nell' aplite.

Una relazione collegata strettamente con la struttura intima di questa roccia è che già macroscopicamente, e perfino a distanza nella roccia in posto, si scorge quella struttura listata di cui abbiamo parlato e dipendente dall'ordinamento assunto dalle macchie tormaliniche, dal quale ordinamento risultano zone che alternativamente difettano di tali macchie o ne sono più o meno ricche (Tav. VII, fig. 11).

Questa caratteristica disposizione, benchè collegata con l'assettamento fluidale della roccia, non devesi in alcun modo confondere con la sua originaria fluitazione, di cui non rappresenta che casualmente una grossolana immagine. Però, qualora l'ordine zonale dei nuclei tormalinici si presenta, questo sta sempre in relazione con la struttura fluidale microscopica della roccia colla quale ha uno stretto legame, dalla quale credo dipenda direttamente, e di cui lascia interpretare esattamente, ad occhio nudo, il verso. La spiegazione del fatto risiede forse nella differenza di compattezza che doveva presentare la massa rocciosa secondo zone dipendenti dal movimento a cui era soggetto il magma allo stato fluido — differenza di compattezza protrattasi naturalmente al di là del momento di consolidazione del magma — e nel più facile accesso che dovette offrirsi ai gas secondo l' andamento della fluidalità, a preferenza che in ogni altra direzione.

Un' altra importante relazione — che però si collega solo accidentalmente con la struttura della roccia — si è che intorno a parecchi dei nuclei tormalinici più piccoli, precisamente come si nota intorno alle segregazioni feldispatiche, i cristalli albitici appartenenti alla massa fondamentale sono disposti fluidalmente. Ciò potrebbe a prima giunta far supporre che la formazione dei nuclei stessi abbia preceduto la consolidazione del magma, e magari anche farli considerare come appartenenti a questo; ma la fluidalità che ivi si presenta in sottile zona devesi ritenere come circondante le preesistenti segregazioni feldispatiche che furono dipoi sostituite dalla tormalina. L'azione dei gas fluo-borici, non essendosi protratta oltre i limiti di quelle segregazioni, è naturale che le condizioni strutturali ambienti si siano mantenute tal quali esse furono nell' istante in cui l' intera massa si rapprese. A conferma, cito il fatto che non si osserva mai un simile assettamento del magma intorno ai nuclei più sviluppati i quali starebbero a rappresentarci una più inoltrata azione dei gas metamorfizzanti, implicante, oltre gli elementi feldispatici porfirici, la loro zona fluidale esterna.

Come, in piccolo, abbiamo notato che gli aggregati tormalinici, stante l' omogeneità del mezzo ambiente, poterono assumere nei cristalli feldispatici un assettamento assai più regolare che nella massa fondamentale, così, in grande, ritengo poter desumere che il regolare ordinamento in serie prescelto dalle molecole tormaliniche nell' aplite, in contrapposizione all'ordine sparso da esse preso nel porfido granitico, debba farsi dipendere dalla struttura del magma aplitico la cui massa fondamentale è oltremodo uniforme e, relativamente ad una roccia, quasi direi, omogenea.

Considerata dunque l' aplite come ambiente di diffusione meccanica dei gas fluo-borici, vediamo che essa ha permesso a nuovi centri di cristallizzazione, posteriori alla sua consolidazione, di distribuirsi uniformemente nel suo seno, seguendo la fluidalità della roccia, e di costituirvisi quali altrettante sfere di attrazione molecolare.

Come e perchè l' azione chimica di questi gas si sia però esercitata con tanta intensità su alcuni punti e tanto debolmente su altri, lungo il resto delle stesse zone, e perfino delle stesse fenditure, lasciando anche intatti altri punti, fino ad ar-

rivare alla sporadicità, al perfetto isolamento ed alla completa indipendenza dei singoli nuclei tormalinici, non so dire.

XIII.

Giacitura dell'aplite.

Nella letteratura geologica dell'Isola d'Elba non si trova mai fatto menzione della giacitura di questa roccia. Anche il Lotti ed il Bucca che, più degli altri autori, nelle loro ultime pubblicazioni se ne occuparono, non parlano esplicitamente della sua forma geologica; giacchè, come in parte si è veduto e in parte fra poco si vedrà, il Lotti ne parla come di roccia che precedè l'intrusione del porfido, ed il Bucca come di lembi gneissico-schistosi metamorfosati dal porfido; ma neppure loro trattano della sua giacitura, della sua facies geologica, quale si presenta al giorno d'oggi. Solo il Fournet sembra abbia intraveduto nell'aplite una forma filoniana. Almeno parmi poterlo dedurre dalle sue parole: “ Cette roche à Monte Bello est traversée par de nombreuses fissures dont les plus régulières sont dirigées dans le sens de la longueur du filon; d'autres sont entrecroisées dans divers sens, de manière à prismatiser cette masse irrégulièrement „ (1).

La giacitura dell'aplite è molto oscura, e quindi si rende assai difficile l'interpretazione della sua forma geologica. Nei brevi giorni che io mi sono potuto occupare di questa roccia sul posto ho riportato l'impressione che essa si trovi in forma filoniana intersecante il porfido granitico. Non mi nascondo però le difficoltà che si incontrano per provare recisamente che l'aplite è posteriore al porfido e che si è in questo introdotta; tanto più che fatti abbastanza serii starebbero a provare proprio il contrario, e cioè che si sarebbe invece il porfido introdotto nell'aplite.

La vistosa fluidalità della sua massa fondamentale ci dice però chiaramente che la sua solidificazione e cristallizzazione avvennero mentre il magma era ancora in movimento, e quindi appoggia anche il concetto della sua genesi filoniana e quasi

---

(1) Fournet. — *l. c.* pag. 394.

anche quello dell'espandimento all'esterno per mezzo di colate.

L'aplite, oltrechè di recente, ha una facies di roccia superficiale o sottoposta a moderata pressione. Ciò convalida l'idea che questo magma si sia introdotto nel porfido granitico — e sedimentario eocenico intercalato — quando per le pressioni laterali orientale e occidentale, tutto il complesso eruttivo-sedimentario del centro dell'Isola si innalzava all'odierna altitudine.

Un fatto eloquentissimo, che voglio ricordare anche qui, si è che i lembi aplitici — come si constata benissimo, anche senza essere stati sul luogo, dalla carta geologica rilevata dall'ing. Lotti — compaiono sempre ed esclusivamente in mezzo al porfido granitico.

E ciò si dica anche per l'aplite della costa ad W. di Portoferraio, che apparentemente limita la formazione porfirica. Due sezioni infatti, dirette N.-S., prese a Capo Bianco e al Forte Inglese, le quali si corrispondono perfettamente, ci presentano l'aplite di quella costiera chiaramente intercalata nel porfido che, a mare, per pochi metri d'altezza, si vede ad essa sottostante, mentre a monte, cioè verso S., certo le si addossa.

Un poco più ad occidente, il Monte Bello ci offre una sezione che completa le altre due. Giacchè qui, non più visibile l'affioramento del porfido sottostante, perchè coperto dal mare, si mostra invece esso nella parte superiore, a S. del castello diroccato. Quivi il suo contatto con l'aplite è messo allo scoperto da una cava abbandonata; e, guardando di fronte una parete verticale diretta W.-E., si riceve tutta l'impressione che il porfido penetri in filoni l'aplite. Infatti, nell'aplite costituente il fondo della parete si vedono zone di porfido, dirette dal basso all'alto — una delle quali isolata e quasi circolare — e che in prospettiva sembrano proprio filoni. Ma l'impressione che si riceve nel guardare di fronte queste zone porfiriche è falsa. Giacchè, invece che con filoni si ha a che fare con fette — mi si perdoni l'espressione — di porfido, che stanno là ancora aderenti all'aplite, quale reliquia del masso porfirico soprastante, a disegnarci la parete di contatto delle due rocce. Due colpi di mazza, e le fette cascano in frantumi, lasciando scoperta l'aplite sottostante.

E così, l'aplite che ivi sembra attraversata dal porfido è

invece quella del masso che va a costituire la cima del Monte Bello e l'intera sua scogliera fin sotto il livello del mare, e che, evidentemente, non è che la prosecuzione di quella suddescritta di Capo Bianco e del Forte Inglese.

La ristretteza del tempo mi impedì di fare analoghe osservazioni sul lembo fra la Punta dell'Acquaviva e la Punta di Sansone; ma sono d'avviso che anche qui l'aplite sorge in mezzo al porfido granitico e non sia probabilmente che la continuazione degli altri lembi di quella costa, dai quali si troverebbe separato per causa della potente erosione marina in quel litorale.

Anche alla sommità della collinetta di S. Lucia si osserva l'aplite incastrata frammezzo al porfido.

Alle Saline di S. Rocco ed ai Bagnetti, presso Portoferraio, si nota una strana alternanza di aplite e di porfido, per lo chè s rimane in forse quale è la roccia attraversata e quale la attraversante. Quivi, in qualche punto, si vede perfino ora l'aplite sopra il porfido, ora il porfido sopra l'aplite, quasi come vi si fossero alternati altrettanti trabocchi all'esterno dei due distinti magma. L'aplite peraltro, precisamente come a Monte Bello, vi assume sempre delle forme rotondeggianti; e questo finimento rotondeggiante delle masse aplitiche non milita contro l'idea che si tratti di filoni; giacchè tali contorni non sarebbero dati che da casuali sezioni dei filoni stessi.

Comunque sia stata considerata petrograficamente l'aplite, comunque ne siano state interpretate la giacitura e la forma geologica, sia che ci si veda una varietà di porfido, sia che la si consideri come facente parte anche cronologicamente del resto delle rocce acide dell'Elba, sia che la si tratti come roccia metamorfica, sia che la si voglia chiamare con un nome piuttosto che con un altro, da tutti si ammette un fatto degno di una certa considerazione. E cioè: che ovunque essa viene a contatto col porfido non si avverte mai un passaggio graduale fra quella e questo, ma sempre una distintissima e netta parete di separazione.

Le rocce ortosico-quarzose dell'Elba, in base ai loro caratteri strutturali ed alla loro giacitura e forma geologica appartengono per me a tre categorie distinte: granito abissale costituente il massivo di Monte Capanne, porfido granitico

della parte mediana dell'Isola, ed aplite porfirica pure del centro (1).

Studiando il porfido granitico, non si può a meno di confermare che esso è assai variabile da luogo a luogo, e tanti sono i termini di passaggio, e tanto lievi e graduali sono le differenze fra questi termini che non è neppure possibile stabilire una distinzione, come quella p. es. ammessa dal Nessig, in porfido granitico e porfido quarzifero. Distinzione poi che, fra le altre cose, per le convenzioni di nomenclatura, implicherebbe più le condizioni di giacitura di una stessa roccia che i suoi caratteri puramente litologici; giacchè, prescindendo anche dall'età, per porfido quarzifero, a rigore, e geologicamente parlando, non dovrebbe intendersi che la forma lavica o di trabocco esterno di uno stesso magma acido che, nella sua salita, diede luogo alla forma filoniana o porfido granitico. Ritornando dunque un passo indietro, dico esser vero verissimo che nel porfido si ha una serie direi quasi indefinita di modalità, sì che dall'una si passa all'altra senza sapere dove l'una termini e l'altra cominci. Ma questa variabilità del porfido granitico si arresta, nello stretto senso della parola, al comparire dell'aplite, alla quale esso non fa mai passaggio (2).

---

(1) Non si attribuisca ad omissione se trascuro di parlare dei filoni di natura pure granitica attraversanti il piede del Monte Capanne e la sua corona metamorfica, come pure la formazione gneissico-schistosa dell'estrema parte orientale dell'Elba. Non essendomi mai potuto occupare di questi interessanti filoni, non oso neppure professarmi sulla loro *facies*, nè quindi posso ora considerarli come appartenenti al massivo granitico, quali sue apofisi, nè come posteriori ad esso e collegati alla formazione aplitica della parte mediana dell'Isola.

(2) Anche il Lotti ed il Bucca nelle loro recenti discussioni sulla natura e sull'età delle rocce ortosico-quarzose dell'Elba, quantunque il primo ne sostenga un'unità di massa ed il secondo le consideri tutt'affatto indipendenti, osservano che quando esse vengono a contatto presentano un limite netto.

Quanto ho testè detto a proposito del porfido potrei ripetere pel granito di Monte Capanne, inquantochè essi due tipi offrono varietà tali da cui si potrebbero togliere altrettanti campioni che formerebbero due splendide serie di rocce, la differenza fra i cui termini vicini sarebbe così lieve da porre forse in imbarazzo molti petrografi per la determinazione, e per i quali la nomenclatura litologica sarebbe certo insufficiente. Quantunque possa sembrare che io mi trovi in contraddizione colle idee espresse nel mio precedente studio sul porfido granitico, ripeto che queste forme di passaggio non risultano che da un esame macroscopico e che, come allora dissi (v. *Le rocce porfiriche* ecc. pag. 69), fra le rocce granitiche dell'Elba non sembrami che esista una serie e tanto meno una serie non interrotta. Riferendomi sempre alla forma geologica come scopo e base di ogni studio petrografico, e non trovando io una differenza fra il gra-

Studiando poi l'aplite, viceversa, non si può a meno di constatare come essa, separata nettamente dal porfido, non presenti mai modalità degne di una qualche attenzione.

Come dall'esame della variabilità nella struttura del porfido si giunge alla conclusione che le sue modalità sono certamente dovute alle diverse condizioni di rapprendimento del magma — condizioni collegate senza dubbio con la forma geologica di esso magma intercalatosi alle stratificazioni eoceniche sotto pressione e dispersione di calorico variabili — così dall'esame dell'uniformità di struttura dell'aplite si arriva al concetto che il magma aplitico dovette consolidarsi ovunque in condizioni uniformi.

Vuolsi rammentare qui che il magma aplitico non ha mai penetrato direttamente la formazione sedimentaria eocenica e che l'aplite comparisce sempre nel mezzo del porfido che, sotto quest'aspetto, deve considerarsi come un ambiente omogeneo e quindi adatto ad offrire condizioni di rapprendimento costanti ed uniformi ad un magma che si fosse trovato a consolidarsi nel suo seno.

Che la struttura dei massivi abissali, nelle loro zone esterne passi gradatamente a quella delle rocce filoniane, e questa, verso i contatti, passi a poco a poco a quella delle rocce di trabocco, si sa bene. Come spiegare dunque la mancanza assoluta della più lieve modificazione strutturale dove l'aplite viene a contatto col porfido, se non attribuendo all'ambiente di sua consolidazione speciali attitudini per un uniforme rapprendimento?

---

nito normale, quello tormalinifero, quello porfirico ecc., come non la trovo fra il porfido con e senza tormalina ecc., aggiunsi fin da allora (v. *Le rocce porfiriche* ecc. pag. 70) che queste rocce, in base ai più importanti caratteri distintivi, della giacitura cioè e della struttura, fanno parte di tre categorie nettissimamente fra loro distinte: del granito, del porfido granitico, e dell'aplite; che tutte le forme di passaggio si aggrupperebbero, in fondo, sotto l'una o l'altra di queste tre categorie. E come prova che ritenni sempre il concetto geologico superiore di gran lunga a quello puramente petrografico, aggiunsi anche come le modificazioni, di cui la consolidazione di un magma è capace, sono infinite; e se si dovesse tenere esclusivo conto della qualità, della quantità e della grandezza delle segregazioni, della presenza o meno di un qualche minerale accessorio o neogenico, si dovrebbero assegnare nomi differenti a ciascun esemplare da collezione, o magari anche riconoscere, in qualche campione, due o più rocce diverse.

Un altro fatto degno di nota si può inoltre citare in appoggio del concetto che l'aplite si consolidò in un ambiente assai uniforme; ed è che nella sua massa non si costituirono mai di quelle differenziazioni magmatiche e strutturali che, per contro, così frequenti sono nel porfido granitico (1).

Vi ha di più. Nel descrivere le segregazioni porfiriche di questa roccia, abbiamo osservato che il quarzo ed i feldispati sono sempre di dimensioni piccolissime. Ora, se l'aplite fosse la stessa cosa del porfido, ossia appartenesse geneticamente allo stesso magma consolidatosi in uguali condizioni, non troverei nessuna ragione per cui le sue segregazioni non avrebbero dovuto raggiungere qua e là le dimensioni press'a poco che esse raggiungono nel porfido. E trovandosi poi essa sempre in mezzo al porfido granitico — per gli ultimi assiomi della petrografia, che cioè i magma delle regioni più interne di uno stesso ammasso assumono strutture diverse da quelle delle parti esterne — dovrebbe essere la sua struttura anche più grossolana di quella del porfido e presentare più sviluppati gli individui appartenenti ad una più lenta cristallizzazione. Invece, per l'appunto, qui si avverte proprio il contrario.

Considerato dunque: 1.° che l'aplite si presenta sempre in mezzo alle masse di porfido granitico; 2.° che, dove le sue relazioni col porfido sono scoperte, non si osserva mai un passaggio fra le due rocce, ma uno stacco netto; 3.° che tanto a Monte Bello quanto alle Saline di S. Rocco ecc. l'aplite, alternante col porfido, vi assume delle forme rotondeggianti che richiamano sempre alla mente svariate sezioni di filoni, sembrami si abbiano ragioni sufficienti per ritenere l'aplite di forma filoniana ed intromessa nel porfido.

XIV.

Epoca in cui si esercitarono le azioni pneumatolitiche.

Mi resta ora a fissare l'età dell'ultima fase solfatarica, ossia l'epoca in cui la penetrazione dei gas fluo-borici diede luogo

---

(1) R. V. Matteucci. — *Le roccie porfiriche* etc *Differenziazioni, modificazioni ed inclusi del porfido granitico.* Boll. d. Soc. Geol. Italiana. Vol. XVI, 1897.

alla formazione della tormalina. Il compito, non lo nego, è alquanto arduo; ma vengono in mio aiuto MENEGHINI, v. RATH e LOTTI colle loro importanti osservazioni.

Gettando uno sguardo sulla carta geologica dell'Elba si resta colpiti da una perfetta armonia data da alcune linee fra loro sensibilmente parallele e dirette press'a poco nel senso meridiano.

Voglio alludere: 1.° alla situazione del complesso filoni-druse a minerali rari che interessa il fianco orientale del Monte Capanne [1]: 2.° al sistema montuoso della regione centrale [2], la cui orogenia è evidentemente connessa col modo d'essere delle rocce porfiriche (porfido granitico ed aplite porfirica), e con le condizioni stratigrafiche seguenti; 3.° alla direzione della faglia con rigetto, passante per Magazzini e Monte Puccio, dal cui salto viene a contatto la formazione gneissico-schistosa presiluriana con i calcari ed arenarie dell'eocene superiore. A questa faglia vanno aggiunte anche quelle minori alle Pietre Rosse e presso Rio Alto le quali hanno una direzione che assai si approssima a S. N. [3]. Intimamente collegata con questo sistema di faglie è la stratigrafia di tutta la regione orientale e media dell'Isola [4] giacchè ad oriente tutte le formazioni più o meno

---

[1] « Das hohe mineralogische Interesse, welches sich an S. Piero knüpft, beruht wesentlich auf den mineralreichen Gängen turmalinführenden Granits, welche den normalen Granit in der Nähe seiner östlichen Grenze durchbrechen, und zuweilen auch in die krystallinischen Schiefer fortsetzen. In der näheren Umgebung von S. Piero und S. Ilario streicht die Grenze zwischen dem Granit und den Schiefern von Süd-Nord oder von Südsüdwest nach Nordnordost » (G. v. RATH. *l. c.* pag. 633).

« Eine der grössten Merkwürdigkeiten der Insel, ja eines der wichtigsten Probleme der Geologie bieten die Granitgänge von S. Piero dar..... Die Gänge turmalinführenden Granits streichen von N.—S. oder von S. S. W. — N. N. O. ». (G. v. RATH. *l. c.*, pag. 644.

[2] Punta di Sansone — P. dell'Acquaviva — Secione delle Cime — Villa Napoleone — M. Barbatoio — Ripa Nera — Capo Fonza. (R. V. MATTEUCCI. — *Le rocce porfiriche* etc. *Porfido granitico*).

[3] Per le faglie, v. la carta geologica del LOTTI e quella del REYER.

[4] « Der östliche Inselteil unterscheidet sich durch seine von Nord nach Süd langgestreckte Form von den obengeschilderten Distrikten (della parte media e occidentale). Die Nordsüd-Richtung fanden wir bereits ausgesprochen in den Gängen von S. Piero, welche in so grosser Zahl den östlichen Abhang des Granitgewölbes durchbrechen. Deutlicher noch trat sie uns entgegen in dem Hauptgebirgszug der Inselmitte, dem herrschenden Streichen der Macignostraten und grosser Porphyrgänge ». (G. v. RATH, — *l. c.*, pag. 693).

concordantemente affondano ad W., mentre nella parte media gli assi di tutte le pieghe hanno una direzione N.-S.; 4.° alla ubicazione dei depositi metallici (magnetite, ematite, limonite, solfuri di ferro, rame, piombo e zinco) accompagnati da silicati (ilvaite, pirosseni, epidoto, granati, ecc.) che compariscono nella estrema regione orientale (Miniera Rio Albano, Min.e Rio e Vigneria, Min.a Terranera e Min.a Calamita).

In questa mirabile armonia topo-stratigrafica che cade sotto i nostri sensi è da ricercarsi l'armonia genetica dei quattro fatti summentovati; ed io attribuisco loro, oltrechè una stessa origine, derivante da una causa comune — quella che sollevò l'Elba, dandole ad un dipresso la configurazione che essa ci presenta oggi — anche una stessa età. Essi, nel loro insieme, ci rappresentano il risultato finale di un movimento orogenetico che si estrinseca fisicamente per mezzo di un sistema di pieghe e fratture [1], e chimicamente mercè le modificazioni apportate da sostanze gasose che contemporaneamente sorsero dalle profondità.

Ammesso l'isocronismo, bisogna ammettere per tutti questi fatti la posteocenicità. Giacchè 1.° i depositi metallici della parte orientale sono posteocenici: essi, oltrechè implicare orizzonti antichissimi, modificarono anche strati appartenenti all'eocene [2]. 2.° Le faglie sono posteoceniche: ad esse prendono parte anche gli strati dell'eocene superiore. 3.° Le pieghe e l'orotettonica in genere del centro sono posteoceniche: ad esse prende parte sempre il sedimentario eocenico col porfido granitico ad esso intercalato. 4.° Al solo complesso filoni-druse di

---

[1] Assai importante a notarsi è il fatto che questo sistema di pieghe e fratture si concorda perfettamente con quello oro-stratigrafico delle Isole di Corsica e Sardegna il quale, diretto pure pressochè nel senso del meridiano, gli corre parallelo (v. C. De Stefani. — *Divisione delle montagne italiane*. Bollettino del Club alpino italiano. Torino, 1892). Cosicchè il sistema orografico elbano, perfettamente distinto da quello apenninico diretto N. W.-S. E. e da quello semicircolare alpino situato a N. W., è per così dire un termine di collegamento orogenetico fra la catena metallifera toscana ed il sistema montuoso Sardo-côrso.

[2] « Die Eisenerzlagerstätten Elba's sind nacheocänischen Alters, da die jüngsten von denselben angegriffenen Schichten der eocänichen Periode angehören » . (B. Lotti. — *Ueber die Entstehung der Eisenerzlagerstätten der Insel Elba und der toscanischen Küstenregion*. Aftryck ur Geol. Fören. i. Stockholm Förhandl. Bd. 13, Häft 6, 1891).

S. Piero-S. Ilario viene assegnata la posteocenicità, per considerazioni teoriche [1].

Ora, non trovandosi in tutta quanta l'Isola d'Elba orizzonti posteriori all'eocene superiore, e non potendosi d'altra parte ammettere che essi vi si siano potuti depositare prima dell'innalzamento generale dell'Isola e siano stati dipoi completamente abrasi, bisogna convenire che i fatti suaccennati non risalgono più indietro dell'eocene superiore e non raggiungono l'oligocene.

Io sono quindi per ammettere che la penetrazione del porfido granitico spetti all'eocene superiore e l'epoca dei fatti enumerati cada fra l'eocene superiore e l'oligocene. Essendo per me chiaro all'evidenza che la penetrazione dei gas fluoborici attraverso le rocce quarzoso-feldispatiche della regione centrale non sia che una speciale manifestazione del movimento orogenetico che occasionò le fratture, i depositi di minerali rari a S. Piero, e gli ammassi ferriferi nella costa orientale, così rimane anche fissata l'età della fase solfatarica che diede luogo alla formazione della tormalina nella nostra aplite porfirica.

XV.

Riepilogo e conclusioni.

1. — Le rocce ortosico-quarzose dell'Isola d'Elba, magmaticamente considerate, appartengono senza dubbio ad un'unica provincia petrografica.

---

[1] G Meneghini - in G. v Rath. — *l. c.*, pag· 692 « Der Turmalingranit bildet Verzweigungen im Serpentin bei S. Piero u a. O..... der Serpentin ist nicht nur bestimmt jünger als die Kreide, sondern auch als die Nummulitenschichten.... Dies Gestein ist indess älter als die oberen Eocänschichten..... Wenn demnach der Turmalinführende Granit jünger als der Serpentin ist, so kann sein Alter nicht über das Eocän hinaufreichen... Die Gänge des Turmalingranits durchkreuzen und verflechten sich mit den Durchbrüchen (oder sublimationsbildungen) des Eisenglanzes von Rio, so dass für beide eine gleichzeitige Entstehung wahrscheinlich ist.... Wenngleich nun die gangförmigen Vorkommnisse des Eisenglanzes bei Rio nur in viel älteren Schichten erscheinen, so durchbrechen doch ähnliche Eisenglanzgänge an anderen Orten Mittel-Italiens neuere Schichten, ja im Massetanischen Eocänbildungen. Die Annahme dass Eisenerz-Eruptionen selbst in so nahe liegenden Gebieten verschiedenen Epochen angehören, würde ganz beweislos dastehen.... Das Hervortreten des Granits des Monte Capanne fällt in eine viel ältere Epoche ... seine Gangbildungen sind vielleicht gleichzeitig mit der letzten Erhebung des Capannegranits ».

2. — Esse, in base ai più importanti caratteri distintivi, della giacitura cioè e della struttura, astrazion fatta dai dicchi che attraversano la formazione cristallino-schistosa della parte orientale dell'Isola e la corona metamorfica che circonda il massivo granitico di Monte Capanne, si debbono dividere in tre categorie nettamente distinte: della granitite abissale, del porfido granitico interposto agli strati eocenici, e dell'aplite filoniana.

3. — Tenuto conto della forma geologica certamente filoniana ed anche dell'età indubbiamente postcretacea, quantunque per la struttura, assai più che per la costituzione mineralogica, si approssimi al tipo cheratofirico, la roccia elbana di cui ci siamo occupati deve considerarsi come un'aplite; e, stante il suo saliente carattere della porfiricità, come un'aplite porfirica.

4. — Le due rocce — porfido granitico ed aplite porfirica — che compariscono nella parte mediana dell'Isola, sono fra loro geneticamente e cronologicamente distinte.

5. — L'aplite non è una varietà del porfido. Volendola considerare come una modalità di questo, sarebbe indispensabile provare che da questo a quella si passa per *nuances*. Mentre invece, in realtà, fra il porfido e l'aplite non si osserva mai neppure sul posto un passaggio graduale, sebbene una superficie di separazione nettissima, come logicamente è stato sempre detto per le rocce di *facies* filoniana.

6. — La presenza della tormalina è carattere comune tanto al porfido quanto all'aplite. Un'azione generale certamente simultanea si esercitò sul complesso di queste rocce cristalline della regione centrale dell'Isola, posteriormente alla loro completa consolidazione, mentre andavano a generarsi filoni e druse di minerali rari in seno al massivo granitico di Monte Capanne, con speciale preferenza nelle forme pegmatitiche di questo, e si costituivano depositi di ferro e minerali ferriferi nella parte orientale dell'Elba.

7. — Le segregazioni porfiriche dell'aplite, attribuibili ad una cristallizzazione intratellurica, sono muscovite, ortoclase, oligoclase e quarzo, immerse in una massa fondamentale microcristallina costituita degli stessi elementi minerali e di albite molto abbondante.

8. — Previa completa solidificazione, la roccia andò soggetta ad una significante modificazione, per cui vi diminuì la proporzione dei feldispati e vi aumentò quella del quarzo.

9. — Alle azioni pneumatolitiche che vi apportarono questa intensa modificazione, devesi la genesi della tormalina. Questa non è quindi un costituente originario della roccia, ma deve considerarsi come minerale neogenico, dovuto all'influenza di emanazioni fluo-boriche.

10. — Considerazioni d'indole oro-stratigrafica permettono di fissare l'epoca della fase solfatarica fra l'eocene e l'oligocene.

11. — In succinto, i caratteri differenziali fra il porfido granitico e l'aplite porfirica dell'Elba, sono:

Porfido granitico	**Aplite porfirica**
a) Il porfido granitico è sempre intercalato alla stratificazione sedimentaria eocenica.	L'aplite porfirica non si trova mai a contatto col sedimentario, e tanto meno poi ne penetra le stratificazioni. Essa comparisce invece sempre in mezzo alle masse del porfido granitico.
b) Sensibilissime differenze strutturali osservate nel porfido granitico, conducenti ad altrettante varietà e *nuances,* fra le quali non ve n'è nessuna che si avvicini all'aplite; tolta qualche piccolissima differenziazione strutturale o magmatica, di cui non è il caso di tener conto.	Differenze strutturali non si notano mai nell'aplite che, a qualunque lembo appartenga, ha sempre la stessa tessitura estremamente uniforme e costante.
c) Il porfido granitico è di tipo precipuamente potassico.	Il magma aplitico si ravvicina più al tipo sodio-calcico.
d) — —	Struttura prismatica colonnare, dipendente da rapprendimento del magma, in alcuni luoghi assai marcata.
e) — —	Screpolature di rapprendimento e facile rottura in poliedri.

f) Raro accenno alla fluidalità.	Fluidalità marcatissima.
g) — —	Struttura listata o zonata, resa evidente, più che altro, dalla disposizione di nuclei di tormalina inalterata o decomposta.
h) Massa fondamentale, assai spesso, criptocristallina.	Massa fondamentale a tessitura macro e microcristallina; mai criptocristallina.
i) Tormalina in cristalli isolati o in fascetti o ciuffetti irregolarmente sparsi.	Tormalina in noduli subrotondi a regolare struttura fibroso-raggiata, disposti per lo più in regolare ordinamento zonale.
k) Segregazioni quarzose molto sviluppate, che presentano la forma del diesaedro; con corrosione magmatica assai pronunziata; inclusioni di zircone ed apatite abbondanti.	Segregazioni quarzose sempre piccole e senza forma cristallina distinta; senza corrosione operata dal magma. Zircone ed apatite vi mancano o vi sono estremamente rari.
l) Segregazioni feldispatiche sviluppatissime, fino a 12 cm. di lunghezza, con forma cristallina sempre perfetta.	Segregazioni feldispatiche sempre di piccolissime dimensioni, e mai cristallograficamente finite.
m) Segregazioni micacee abbondantissime: biotite intatta o cambiata in clorite ed altri prodotti di decomposizione.	Segregazioni micacee sempre scarse: muscovite.
n) Con differenziazioni magmatiche e strutturali.	— —
o) Con inclusi di rocce gneissiche.	— —
p) Cronologicamente, appartiene alla prima fase vulcanica.	Cronologicamente, posteriore al porfido granitico.

Museo geologico della R. Università.
Napoli, 1897.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Tav. V. — (*Microfotografie*).

Fig. 1. Aplite porfirica tipica a struttura fluidale. Qui mancano le segregazioni intratelluriche e non è visibile che la massa fondamentale costituita per la massima parte da cristalli tabulari di albite, che cedono alla roccia la caratteristica fluidalità, da granuli di quarzo, e da poca muscovite. Nicols incrociati. Ingrandimento 52. diam. — Capo Bianco.

» 2. Aplite porfirica con grande segregazione ortosica, nella quale si avverte un'incipiente modificazione dovuta ad azioni pneumatolitiche. Il cristallo di ortose, alla periferia, è già in gran parte sostituito da tormalina e quarzo limpidissimo; così pure, qua e là, nella parte interna. Nicols incrociati. Ingrandimento 25 diam. — Capo Bianco.

» 3. Porfido granitico tipico. Grande segregazione quarzosa, riassorbita in parte dal magma, ed un piccolo cristallo biotitico, immersi in una massa fondamentale criptocristallina. Nicols incrociati. Ingrandimento 52 diametri.

» 4. Aplite porfirica con grande cristallo di feldispato assai alterato, nel quale, per l'incipiente azione dei gas fluo-borici, si è costituito un nucleo fibroso-raggiato, non peranco completo, di tormalina. Il cristallo tormalinico volto S.-N. presenta l'assorbimento totale, mentre quelli contenuti nei quadranti N. E. e N. W. presentano la massima luminosità. Nicols incrociati. Ingrandimento 52 diam. — Punta dell'Acquaviva.

» 5. Porzione vicina al centro, del quadrante N. E., di un grande nucleo tormalinico. La regolarità dell'assettamento degli individui tormalinici, e la mancanza quasi assoluta di granuli quarzosi rendono assai appariscente la struttura fibroso-raggiata di questo nucleo. L'esame è fatto col solo Nicol polarizzatore; d'onde risultano chiari quegli individui che sono press' a poco paralleli alla sez. princ. del Nicol (S. N.) ed oscuri quelli che si approssimano ad esserle perpendicolari (W. E.). Ingrandimento 25 diam. — Monte Bello.

Tav. VI. — (*Microfotografie*).

Fig. 6. Porzione di un nucleo tormalinico a struttura micro-pegmatitica, data dalla tormalina (oscura nella microfotografia) interrotta da granuli di quarzo (chiaro). Luce naturale. Ingrandimento 52 diam. — Monte Bello.

» 7. Aplite con piccolo nucleo tormalinico alterato, nella cui regione centrale si trova un cristallo cubico di pirite limonitizzata. Luce naturale. Ingrandimento 52 diam. — Collinetta di Santa Lucia.

» 8. Porfido granitico tipico (semicerchio destro della microfotografia). Grande cristallo di oligoclase, due di quarzo ed uno di biotite, in una massa fondamentale criptocristallina. Nicols incrociati. Ingrandimento di 52 diametri.

» 9. Breccia aplitica di frizione endogena su cui l'azione dei gas mineralizzatori si è esercitata in tal guisa da renderla una breccia ad elementi aplitici (chiari nella microfotografia) cementati da una pasta tormalinico-quarzosa (scura). Luce naturale. Ingrandimento 25 diam. — Fra le Saline e la Rada, presso Portoferraio.

» 10. Breccia aplitica id. id. come fig. precedente. Qui però il processo pneumatolitico è alquanto più inoltrato; la tormalina ed il quarzo neogenici vi sovrabbondano, e tendono a far scomparire del tutto gli elementi aplitici. Se l'azione dei gas fluo-borici si fosse maggiormente protratta, si sarebbe cambiata tutta l'aplite in una massa tormalinico-quarzosa identica alla fig. 6. Luce naturale. Ingrandimento 25 diam. — Capo Bianco.

Tav. VII. — (*Fotografie dall' originale*).

Fig. 11. Aplite porfirica listata, a fondo bianco, con piccoli nuclei tormalinici, allineati in zone parallele. Fotografia dall'originale. Grandezza naturale. — Fra la Punta dell'Acquaviva e la Punta di Sansone.

» 12. Due grandi nuclei tormalinici ovoidali, uniti in sistema unico. Il nucleo a sinistra è rotto a metà e presenta qua e là, nella massa tormalinica scura, molte piccole chiazze chiare costituite da accumulazioni di granuli di quarzo. I nuclei sono contornati da un sottile involucro di aplite bianca. Fotografia dall'originale. Grandezza naturale. — Fra la Punta dell'Acquaviva e la Punta di Sansone.

» 13. Porfido granitico tipico con grandi segregazioni ortosiche in geminati di Karlsbad, grandi segregazioni quarzose bipiramidate e piccole segregazioni biotitiche. Fotografia dall' originale. Grandezza $^5/_6$. — Ripa Nera, presso Campo.

INDICE

GIOVANNI D' ACHIARDI

DUE ESEMPI DI METAMORFISMO DI CONTATTO

(URALI-ELBA)

URALI

In occasione del VII.° congresso geologico internazionale, tenuto nell'estate decorsa a Pietroburgo, furono dal governo russo preparate con magnificenza grandissima, escursioni scientifiche da eseguirsi avanti e dopo il congresso. Avendo io preso parte alla grande escursione agli Urali, durata circa un mese, ebbi agio visitando località svariatissime, formazioni geologiche e giacimenti minerarii oltremodo diversi, di fare una discreta raccolta di campioni di rocce e di minerali, che al mio ritorno in Italia donai al Museo mineralogico dell'Università di Pisa.

Interessantissime fra le rocce sono, per es., le quarziti di Bakal, le porfiriti di Nijné-Taguilsk, le une e le altre in connessione ai giacimenti di ferro; gli scisti granatiferi e sericitici di Zlatooust, la miaskite, la pegmatite ecc. del monte Ilmen presso Miass, e quelle raccolte presso la stazione ferroviaria di Berdiaouch, delle quali mi è sembrato non del tutto privo di interesse l'intraprendere lo studio, tanto più che per quanto abbia consultato, e in special modo nei giornali di Groth e di Tschermak e nelle pubblicazioni dell'Accademia delle Scienze e del Comitato geologico di Pietroburgo, non sono riuscito a trovare alcun accenno che ne sia stato fatto lo studio micro-petrografico.

La guida geologica pubblicata in occasione del congresso, a pag. 33 del fascicolo III così si esprime relativamente a questa località (1):

" *Entre la station Souléïa et Zlatooust la voie ferrée longe d'abord, dans la direction nord-est, le versant occidental de l'arête Souléïa, en traversant un développement de l'étage* D_2^1 *et des dépôts dévoniens inférieurs* $D_1^1 g$. *Avant d'arriver à la rivière Bolchaïa-Satka la voie tourne brusquement vers l'est, perpendiculairement à la direction des chaînes isolées. A l'aval du confluent de la Berdiaouch avec la Bolchaïa-Satka, on peut voir dans les deux rives de la Berdiaouch, près du pont du chemin de fer, un affleurement de marnes de couleur brune rougeâtre* D_2^1, *injectées de filons de diabase. A partir de l'embouchure de la Berdiaouch la voie se poursuit vers l'est dans la vallée de cette rivière. Sur le parcours jusqu'à la station Berdiaouch on voit plusieurs fois reparaître les calcaires* D_2^2. *Non loin de cette station se trouve une coupe, partie artificielle, partie naturelle, qui permet de voir entre des dolomies* D_2^2 *de puissants filons de granite porphyroïde à gros grain ressemblant beaucoup au rappakiwi finlandais. Les gros cristaux d'orthose, souvent des macles de Karlsbad, ont une bordure également d'orthose et atteignent 1,5 ctm. de diamètre. Lors de la construction du chemin de fer on pouvait très bien observer le rapport entre les dolomies dévoniennes et les rappakiwi dans une des tranchées* ".

La stazione di Berdiaouch offre l'opportunità di vedere la formazione calcarea attraversata da masse filoniane di granito e da un filone apparentemente diabasico, e così qualificato anche dalla nostra guida, non meno dotta che gentile, Teodoro Tschernychew; e sul contatto dell'una e l'altra roccia eruttiva gli effetti del metamorfismo sulla roccia attraversata.

Lo studio micropetrografico ha quindi non solo di mira la descrizione di una o di altra tipica roccia, ma insieme anche di quelle modalità di struttura e costituzione, che sono appunto effetti di quel metamorfismo sulla roccia calcarea. E sotto questo aspetto lo studio acquistava per me un'importanza speciale per il paragone con una località elbana, il così detto Posto

---

(1) *Guide des excursions du VII.e congrès géologique international.* St. Pétersbourg 1897. Fasc. III: *A partir de la ville d'Oufa jusqu'au versant oriental de l'Oural* par Th. Tschernychew.

dei Cavoli presso Campo, ove si ha pure un calcare divenuto cristallino e arricchito di minerali accessori sul contatto con il granito.

Granito

Varia nell' aspetto dal contatto con la dolomia e a breve distanza da essa. Ove appare con la sua normale fisonomia rassomiglia al granito rosso d'Egitto più che al rapakiwi di Finlandia. Infatti del tipico rapakiwi gli manca l'apparenza di aggregato grossolano con gli elementi in forma di pallottola, che pur io stesso ho potuto osservare nelle vicinanze di Viborg in una gita fatta alla cascata di Imatra. Esso appare costituito da grossi cristalli feldispatici di color grigio carneo, ai quali si interpone quarzo grigiastro, abbondanti quelli e questo e avvolgenti mica nerissima relativamente scarsa, e associata a massarelle metalliche verosimilmente di magnetite come sembra anche per la loro azione polarimagnetica. Altri minerali nettamente distinti non si scorgono ad occhio nudo, tranne in alcuni campioni una sostanza verde-nerastra, o nera, che si riconosce poi al microscopio essere orneblenda. La roccia appare anche a prima vista più o meno alterata e tutta screpolata, onde la difficoltà di farne sezioni di grande sottigliezza; non si scorgono però vacui, neppure osservando al microscopio, quali nella struttura miarolitica propria di alcuni rapakiwi. Peso specifico = 2,5.

All' esame microscopico si rivela la più spiccata struttura granitica e molto avanzata alterazione in tutti gli elementi essenziali, tranne nel quarzo, che presenta per altro esso pure numerosissime screpolature. Di minerali essenziali vi si riconoscono i sopra ricordati nell'esame macroscopico e occorrono ingrandimenti assai forti, e talora fortissimi, per osservare i minerali accessori (zircone, apatite ecc.) ordinariamente come inclusioni nei precedenti e in particolar modo nel quarzo. Vi si rinvengono pure prodotti di alterazione.

Vi si riscontrano certo tre sorta di feldispato tutte più o meno alterate, e sono l'ortose, l'oligoclasio e il microclino, il primo prevalente sugli altri due, nè posso escludere la presenza dell'albite. L'ortose, almeno negli esemplari da

me raccolti ed esaminati, lungi dal presentarsi in forme ovoidali come nel caratteristico rapakiwi, e come appare nelle figure che di questa roccia furono pubblicate da Sederholm (1), si presenta in più o meno grossi cristalli fra i quali sono comuni i geminati secondo la legge di Carlsbad, e se in taluni sembra aversi una doppia geminazione fra lamelle ortoclasiche e oligoclasiche, non sono mai riuscito a scorgervi un nucleo ortoclasico circondato da un mantello oligoclasico, come è detto essere nel tipico rapakiwi. È per altro vero che anche nel rapakiwi, almeno negli esemplari da me raccolti in Finlandia nelle vicinanze di Viborg, accanto a feldispati con questo carattere se ne incontrano poi molti altri perfettamente analoghi a questi di Berdiaouch; e Rosenbusch (2) cita un rapakiwi del distretto di Nystad nella parte S. O. di Finlandia, in cui mancano la forma ovoidale e spesso anche i rivestimenti (*Schalen*) oligoclasici.

In taluni di questi geminati si possono anche determinare le sommità, nelle quali per sezioni parallele a (100) e quindi completamente estinti a 0° nelle due parti, si riconoscono tracce delle facce $\{\bar{1}11\}$ facenti angoli di circa 117° con le proiezioni di $\{010\}$.

L' avanzata alterazione dell' ortose che interessa tutta la massa, si rileva facilmente oltrechè dalla abituale sua torbidezza e presenza di mal determinabili prodotti di decomposizione, più che altro dalla particolare apparenza delle sue sezioni che mostrano spesso come una specie di reticolato a maglie allungate, in vario modo estinguentisi, dovuto verosimilmente ad accrescimento di altri feldispati, forse anche di albite, in associazione pertitica.

L'oligoclasio (tav. X, fig. 2) e il microclino (tav. X, fig. 1) sono pur essi alterati, ma nell'uno e nell'altro riconoscibile sempre, almeno in parte, la struttura polisintetica per esili e numerose lamelle di geminazione parallele nel primo, intrecciantisi a grata nel secondo. Che si tratti di oligoclasio e non di altro plagioclasio meno acido conferma anche la de-

(1) *Ueber die finnländischen Rapakiwigesteine.* Tschermak's Mitth. Bd. XII, Taf. I.

(2) *Mikroscopische Phisiographie der massigen Gesteine.* Bd. II, S. 54, Stuttgart 1896.

terminazione della rifrazione con il metodo di Becke, determinazione che potrebbe lasciare qualche dubbio però fra l'oligoclasio e l'albite. Nel cristallo di oligoclasio rappresentato dalla figura sopra citata si vede il mantello feldispatico, che nei rapakiwi sarebbe tipico dell'ortose. La copia del microclino costituisce pure un carattere che avvicina le rocce più ai comuni graniti che ai rapakiwi, poichè il Sederholm (mem. cit.) ci dice che i tipici rapakiwi di feldispati potassici contengono quasi esclusivamente ortose, che tanto più è sostituito da microclino quanto più si avvicinino alla originaria struttura granitica.

Il quarzo abbondante è limpido rispetto ai feldispati, ma non perfettamente, chè anzi vi si nota, con piccolo ingrandimento, quasi come una disseminazione di minuta polvere grigia, che in vario grado e disugualmente l'offusca, apparenza che io credo dovuta alle innumerevoli e piccolissime inclusioni liquide, che possono osservarsi con ingrandimenti molto forti. Per il solito è allotriomorfo e in aree diversamente orientate come nei comuni graniti; ma in alcuni esemplari si rinvengono anche cristalli a contorno specifico e l'idiomorfismo non raro è a comune col tipico rapakiwi, del quale anzi è una caratteristica.

Questi grani, se esterni ai feldispati, sogliono essere soltanto parzialmente idiomorfi, se interni, e in questo caso per il solito molto piccoli, mostrano spesso completo contorno esagonale e se numerosi danno talvolta ai feldispati che l'includono aspetto quasi micropegmatitico.

Conviene quindi concludere che sia avvenuta una quasi simultanea separazione dei più acidi feldispati e del quarzo.

Con forte ingrandimento nelle lamine di quarzo si scorgono numerose e piccolissime inclusioni liquide (tav. X, fig. 3), in molte delle quali per ingrandimenti fortissimi si giunge anche a distinguere un'unica bolla di aria come nelle livelle. La forma loro è sempre irregolare e sono distribuite a gruppi, a file, a strascichi, e dal loro andamento e disposizione è facile rilevare che è dovuto ad esse quel leggiero intorbidamento di cui ho detto sopra.

Molto meno frequenti sono altre inclusioni, fra le quali mi piace notare i cristalletti di apatite, zircone, rutilo ecc.

La mica, che appare rara nell'esame macroscopico, si rivela

scarsa nelle sezioni, di un color giallo-verdastro, con assorbimento completo quando le lamelle di sfaldatura giacciono nel piano di vibrazione del nicol. Quasi sempre alterata mostra inclusi e sul contorno granelli scuri metallici di magnetite o la trasformazione, specialmente verso la periferia, in sostanza cloritica più o meno colorita in giallo-verde e del tutto priva di assorbimento.

L'orneblenda, rara specialmente nelle varietà di granito meno alterato, si mostra di un color verde-intenso, con forte pleocroismo dal giallo-verde al verde-scuro e assorbimento secondo l'allungamento dei cristalli; spesso è associata alla mica, dalla quale talvolta mal si distingue, benchè in questa sia più completo l'assorbimento. Sembra essere profondamente alterata (tav. X, fig. 3) e al pari della nera biotite ha dato luogo a magnetite come prodotto della sua alterazione.

Come minerale accessorio si hanno numerosi cristallini di piccole dimensioni che appartengono allo zircone e che si mostrano a preferenza inclusi nel quarzo (tav. X, fig. 3). Hanno contorno spesso perfettamente idiomorfo e oltre alle facce dell'ottaedro ottuso fondamentale vi si riconoscono facilmente quelle dei due prismi {100}, {110}. Sono essi stessi più o meno screpolati e non è raro il caso che presentino un nucleo (fig. cit.), pure idiomorfo ripetente o no la forma del cristallo che lo presenta. Lungo le screpolature si osserva un principio di alterazione. Questi cristalli presentano le inclusioni abituali della specie quali furono effigiate dal De Croustchoff [1]. Oltre che in cristalli appare anche in più piccoli grani a contorno indeciso.

Di rutilo si hanno esilissimi e lunghi microliti aciculari, abitualmente inclusi nel quarzo, ma sono molto scarsi.

L'apatite si trova in piccoli cristalletti, senza colore, veri microliti bacillari di pochi millesimi di millimetro di larghezza, nei maggiori dei quali (Tav. X, fig. 3) si osservano anche piani di separazione basale e le facce del prisma e una terminazione piramidale, più raramente basale.

La tormalina è scarsissima; osservata solo in una sezione in cristalletti a contorno parzialmente idiomorfo e con il pleocroismo e assorbimento caratteristico.

---

[1] *Beitrag zur Kenntnis der Zirkone in Gesteinen.* Tschermak's Mitth. Bd. VII, Wien, 1886.

Pure scarsa è la fluorina; abitualmente senza regolare contorno, solo talvolta in microscopici cubetti, ora senza colore affatto, almeno nelle sezioni, ora leggermente e talora anche intensamente violacea, e non di rado con distribuzione zonale di tinta.

Come prodotti secondari si hanno: magnetite, informe quale prodotto dell'alterazione della biotite e dell'orneblenda; clorite, essa pure come prodotto di alterazione di questi stessi minerali con i quali quindi è connessa al pari della magnetite; limonite, in velature giallognole non abbondanti per tutta la roccia.

Da questo studio si può quindi concludere che se questo granito per non pochi caratteri si avvicina al comune rapakiwi non ci rappresenta però la forma tipica, cui fu particolarmente dato questo nome.

Roccia di contatto fra granito e calcare.

Al contatto della dolomia il granito cambia fisonomia; spariscono i tuoni carneo e nero dominanti a distanza e per il comparire di tinte grigio-verdastre e bianco-sporche si ha una roccia che rassomiglia molto a talune eufotidi a grana grossa e non manifestamente diallagiche. E meglio è forse il dire che sul contatto comparisce una sottil banda rocciosa con caratteri diversi dal granito e dalla dolomia cui s' interpone, banda che è a ritenersi effetto delle azioni reciproche delle due rocce adiacenti.

Macroscopicamente mal si distingue, se pur si giunge a distinguere, il quarzo, mentre il feldispato dominante sugli altri minerali lo si riconosce facilmente, di rado con aspetto vitreo, abitualmente opaco, quasi saussurritico-bianco o grigio-verdognolo ed è quasi costantemente allotriomorfo.

Mica e orneblenda nere non si scorgono, ma in loro vece una sostanza verde-grigiastra che può prendersi per anfibolo o clorite, ma che macroscopicamente non ci offre alcun carattere di certa determinazione. Peso specifico = 2,5.

Le sezioni di questa roccia osservate al microscopio rivelano subito grande predominio di feldispati e fra questi

abbondante l'ortose, e così anche il plagioclasio, che per le direzioni di estinzione parrebbe doversi riferire all'oligoclasio, insieme ad altro più basico. Sono però tutti questi feldispati così alterati (tav. X, fig. 4) che la distinzione è tutt'altro che facile e più difficile ancora è il constatare la presenza del microclino. Pochissimi sono i grani feldispatici in cui sia possibile riconoscere forma e geminazione, sia per la loro alterazione, sia per essere ordinariamente allotriomorfi, in special modo quelli che van riferiti ai più acidi, fra i quali l'ortose, che sembra formare una massa fondamentale granulitica insieme a pochissimo quarzo, se pur ve ne sia, difficilissimo essendo in questo caso la distinzione, non solo per l'eguale allotriomorfismo e polarizzazione di aggregato nelle aree occupate dai granuli loro; ma anche perchè le numerosissime inclusioni del quarzo gli tolgono l'abituale freschezza dandogli quell'aspetto di corrosione proprio dei feldispati di questa roccia.

La presenza di feldispati più basici di quelli del granito è in armonia con il contatto della dolomia, e la quasi scomparsa del quarzo è dovuta all'avere la silice del magma granitico e la calce della dolomia contribuito a costituire tanto dei plagioclasi ricchi di calce quanto del pirosseno pure calcifero.

Il quarzo è scarsissimo, microgranulare sempre allotriomorfo, con numerosissime inclusioni che, in parte almeno, mi sembrano vetrose, e ciò in relazione al più rapido raffreddarsi del magma sul contatto della roccia incassante.

Mica non se ne vede, ma invece assai pirosseno, in parte idiomorfo, in parte allotriomorfo, non augite, non diallaggio, ma un pirosseno verde-cupo più o meno alterato in sostanza cloritica o celadonitica, la quale contiene spesso i cristalletti o grani di pirosseno, così come nel granito precedentemente descritto si ha la magnetite nell'interno e attorno alla biotite e all'anfibolo. I suoi cristalli sono tutti attraversati da fenditure, che ne hanno certo facilitato l'alterazione. Fortissimi colori d'interferenza, angolo d'estinzione delle lamelle a fenditure parallele sul piano (010) di circa 39°.

Di anfibolo nero, nelle sezioni verde-bruno e con forte assorbimento, non si vedono che poche laminette perfettamente idiomorfe (tav. X, fig. 4).

Pure rari sono alcuni granuli e cristalletti con rilievo for-

tissimo, di colore cuoio chiaro un po' volgente al violaceo; idiomorfi anch'essi e con gli altri caratteri della titanite.

Nessun cristalletto di zircone così ben definito come nelle sezioni di vero granito; soltanto qualche grano che sembra potervisi riferire; però molto rari. Il rutilo manca; l'apatite si presenta in scarsi cristalletti bacillari.

La roccia è quindi diversa dal granito e sotto certi aspetti si avvicina più ai gabbri, ma la presenza dell'ortose e in copia, la non completa mancanza del quarzo, la struttura stessa della roccia in cui solo hanno acquistato contorno idiomorfo i minerali primi a cristallizzare; mentre gli altri riempiendo tutto lo spazio vuoto hanno confusamente e allotriomorficamente cristallizzato; le inclusioni vetrose dei rari cristalli di quarzo, tutto fa vedere in questa roccia gli effetti di una modificazione subìta nella segregazione del magma granitico sul contatto con la roccia calcarea per reazione reciproca.

Dolomia.

La dolomia presso il contatto con il granito ha struttura grossolanamente cristallina a lamelle spatiche orientate in tutti i sensi come nei marmi, ma molto più grandi che nei marmi anche a grana grossa quale il Pario. La lucentezza madreperlacea, almeno di molte lamelle di sfaldatura e l'effervescenza non così tumultuosa come nei comuni marmi, quali lo statuario di Carrara, sono in accordo con la presenza della magnesia constatata agli assaggi chimici, e tutti insieme questi caratteri confermano che si ha a che fare con un calcare dolomitico. Però se si osservi l'effervescenza prodotta con un acido ci si accorge che se è meno tumultuosa che nella pura calcite, pure non è così lenta come nella pretta dolomite; sembra quindi che a questa si abbia associata anche della calcite.

Sul fondo bianco grigiastro lucente della roccia si scorgono qua e là venule e macchiuzze di una sostanza giallo-verdastra, più raramente verde-scura che fa pensare a materia epidotica o serpentinosa. Osservando poi attentamente con la lente si scorge fra le lamelle spatiche una sostanza del loro stesso colore bianco-grigiastro, o grigiastro-carneo chiaro, ma senza traccia alcuna di sfaldatura, evidentissima sempre in quelle, so-

stanza d'apparenza quasi di petroselce e disegualmente disseminata nella massa saccaroide cristallina. In alcuni esemplari presi proprio sul contatto immediato col granito la parte spatica diminuisce e si ha allora quasi apparenza petroselciosa o epidositica quando abbondi anche la sostanza leggermente verdognola. Peso specifico = 2,6.

Osservata questa roccia in sezioni sottili al microscopio la dolomite ci si rivela subito per le fitte plaghe del tutto scolorite a luce ordinaria con evidentissime tracce di sfaldatura (tav. X, fig. 6) ed altissimi colori di interferenza a nicol incrociati Ma a nicol incrociati ci si appalesano anche accanto a plaghe che hanno esclusivamente le sole fenditure di sfaldatura, altre che presentano insieme ad esse, o anche senza di esse, evidenti segni della struttura polisintetica propria dei cristalli di calcite dei comuni marmi, onde si può credere che le due specie si trovino insieme presenti in questa roccia. E a proposito di ciò viene alla mente quanto l' Inostrantzew [1] dice trattando delle rocce carbonate russe e finniche. Sostiene egli che i puri calcari cristallini risultino di granuli di calcite a geminazione secondo (110) e le pure dolomie normali di grani che non mai mostrano questi segni di geminazione, mentre i calcari dolomitici intermedi risulterebbero di grani dell'una e dell'altra sorte in ragione della proporzione della dolomite alla calcite. Se ciò è vero nel caso nostro, in cui si ha appunto quella condizione di una grana straordinariamente grossolana, che il Dölter [2], ammise essere la sola in cui quella distinzione possa farsi, converrebbe ritenere presenti le due specie, lo che sarebbe anche in armonia con l' attacco assai vivo dell' acido cloroidrico e con la maggior trasparenza e maggiore scolorimento delle aree a segni di geminazione. Nessuna differenza però nel contorno che dovrebbe essere più regolare per le plaghe dolomitiche.

Il contegno con l'acido cloroidrico, se non assolutamente presenti le due specie distinte, per la qual cosa converrebbe ammettere come assoluto il carattere di distinzione dell'Inostrantzew, mentre si hanno altri fatti che lo contradicono, basta almeno a farci ritenere che la dolomite sia costituita con più di

---

(1) Zirkel. — *Lehrbuch der Petrographie.* Bd. III, Leipzig 1894, S. 492.
(2) Idem.

carbonato di calce che di magnesia; però io sono propenso ad ammettere la presenza delle due specie.

In tutte le sezioni, ma con grande variabilità dall'una all'altra, però sempre con relativa abbondanza, appare una terza sostanza in forma abitualmente di granuli fortemente rilevati, che ci danno idea delle così dette *gocce d'acqua* (topazio) del Brasile (tav. X, fig. 6). Di questi granuli se ne vedono sparsi e isolati specialmente in mezzo alle lamelle spatiche di calcite e di dolomite, ma sono anche raggruppati e anche contigui l'uno all'altro in venule, e si danno pure aree più o meno grandi che ne sembrano totalmente costituite in modo che in una massa minutamente granulare con forti ingrandimenti si vedono incorporati in numero rilevantissimo. Queste venule e aree di granuli costituiscono in massima parte la roccia che sopra dissi avere apparenza petroselciosa e corrispondono a quella parte che anche negli esemplari prevalentemente spatici presentano lo stesso carattere. Certo all'esame microscopico questa sostanza appare più abbondante che a prima vista non sembrerebbe, poichè a occhio nudo o con la lente, non si giunge a scorgere i granuli disseminati in mezzo alle lamelle spatiche. Raro è che abbia forme determinate e se dai grani, come d'abitudine, per la completa assenza di ogni contorno specifico regolare difficile è dedurne a qual sistema appartenga, però dai pochi casi in cui un contorno o rudimento si osservi, può dedursene una forma prismatica e probabilmente monoclina, come sembrano anche accennare le direzioni di estinzione.

Questi granuli, le cui dimensioni sono variabilissime da $^{1}/_{100}$ a $^{30}/_{100}$ e più di mm. di diametro, hanno superficie ineguale e percorsa da profonde solcature intersecantisi in più direzioni. Mancano quasi completamente di colore se puri, o sono tutt'al più tinti leggerissimamente in giallognolo come la dolomite che l'include. Soltanto alcuni appaiono tinti in bruno, color terra, ma evidentemente per un pigmento che spesso non occupa che una parte del grano, nel quale talora forma come un nucleo, dando a questo un'apparenza zonale che richiama alla mente l'ortite inclusa nella pistacite (1) o meglio anche

(1) Cohen. — *Sammlung von Mikrophotographien* ecc. Stuttgart 1881; tav. XXVI, fig. 3.

alcune sezioni di andalusite, quelle ad es. effigiate dal Cohen [1]; nè posso escludere in modo assoluto che ad essa non debbano riferirsi quelle sezioni, che nella porzione non periferica, generalmente non inquinata, oltre a presentare minore rilievo hanno anche bassi colori d'interferenza. Però manca il pleocroismo, che sarebbe carattere tanto dell' andalusite che dell' ortite ed è a notarsi come l'andalusite non sia una specie solita a trovarsi nei calcari metamorfici.

I granuli non inquinati, anche se tinti leggermente in grigio giallognolo, mancano essi pure affatto di pleocroismo. Hanno colori d'interferenza fortissimi e tanto più forti quanto più il grano è scolorito indebolendosi fin quasi a sparire col crescere della materia pigmentizia, che verosimilmente li maschera. La forma granulare e non pochi caratteri a comune fra i vari minerali mi han tenuto assai dubbio nella determinazione specifica. Ho escluso il peridoto, la condrodite e la wollastonite, dei quali gli ultimi due non rari nei calcari matamorfici, perchè silicati decomponibili dall'acido cloroidrico con separazione di silice gelatinosa, mentre sciolto in detto acido cloroidrico un frammento di roccia lascia un residuo nel quale si riconoscono con tutta evidenza inalterati gli stessi granuli descritti nelle sezioni. Il dubbio quindi restava per me soltanto fra l'epidoto e il pirosseno che pur si rinvengono in forma granulare nelle rocce calcaree metamorfiche. La mancanza assoluta di pleocroismo sta contro all'epidoto, a meno di ammettere che si abbia a che fare con una varietà del tutto scolorita, e contro l'epidoto sta pure il fatto dell'esser questo parzialmente attaccato dagli acidi e gelatinizzare dopo arroventamento, mentre l'estinzione determinata rispetto ai piani di separazione, però di rado evidenti, fanno piuttosto credere al pirosseno, specialmente a quella varietà scolorita o quasi, propria dei calcari metamorfici e che per la sua forma granulare ebbe il nome di coccolite.

Insieme a questi granuli rilevati, e in maggior numero ove essi mancano o scarseggiano, si osservano poi delle sezioni listiformi brevi, più o meno regolarmente rettangolari senza colore, senza sagrinatura ma con evidenti linee di separazione

---

(1) Idem; tav. XVI, fig. 1.

esili, fitte e parallele, spesso normali all'allungamento loro in alcuni dei cristalletti maggiori. Non presentano rilievo, specialmente in confronto ai granuli pirossenici; hanno colori di interferenza vivacissimi, iridati; si estinguono a 0° con le esili fenditure parallele, normalmente alle quali cade l'asse delle vibrazioni di maggiore velocità ottica (α), onde il loro carattere negativo, considerando le fenditure come corrispondenti a piani basali. Un insieme di caratteri che corrisponde alla muscovite o altra varietà di mica bianca. Se un dubbio potesse restare per alcune di queste liste potrebbe essere che andassero in parte riferite al dipiro; ma la mancanza di sezioni ottagonali e l' abituale smangiatura delle liste ove terminano le linee di sfaldatura confermano che almeno in generale, devono riferirsi alla mica.

Nelle aree dove più abbondano queste massarelle di mica bianca a colori di interferenza vivacissimi, e in particolar modo nelle sezioni fatte negli esemplari di color grigio-verdolino, d'apparenza epidositica, presi nell'immediato contatto del granito, si osservano piccoli granuli rotondeggianti, più raramente con contorno poligonale, scoloriti o quasi, sempre con notevole rilievo, ma inferiore a quello dei precedentemente descritti, che malgrado ciò si scambierebbero facilmente con essi se non rimanessero quasi completamente estinti a nicol incrociati. L' estinzione non completa dà quasi apparenza di anomalia ottica, onde il primo pensiero che viene è che possano essere di granato. Ma attentamente osservando si riconoscono essere la stessa cosa di frequenti venule ed aree semiestinte del pari (tav. X, fig. 5), ma nelle quali vedesi una specie di struttura come nel serpentino antigorite effigiato da Cohen (1) derivante da pirosseno. Osservate con le lamine di gesso a rosso di primo ordine le listarelle illuminate intersecantisi nel campo estinto mostrano nel loro allungamento l'asse delle vibrazioni di minore velocità ottica (c), come è nell'antigorite, e se questo carattere non contradirebbe all' anomalia del granato rombododecaedrico, il rilievo tanto minore e in talune aree quasi mancante e l' angolo di inclinazione delle liste lumeggianti l'esclude. È poi a notarsi che là dove questi globuli e queste

(1) Op. cit.; tav. LXV, fig. 4.

aree appariscono, mancano i granuli di pirosseno, onde tutto considerato conviene concludere che si tratti di una serpentinizzazione del pirosseno per azioni successive all' intrusione granitica, serpentinizzazione confermata anche dal fatto che in molte di queste aree serpentinizzate sono ancora visibili a luce ordinaria le sezioni degli originari granuli l'uno a contatto dell'altro agglomerati, e talora anche si vedono di questi granuli che hanno subìto una serpentinizzazione solamente parziale.

Il modo di serpentinizzazione antigoritico conferma anche che i granuli originari non fossero di peridoto, come tenderebbe a far credere la loro facile conversione in serpentino.

Insieme al serpentino non è raro osservare silice granulare e forse anche opalina e ciò pure in conferma alla derivazione dal pirosseno.

In alcune sezioni della roccia nell' immediato contatto si scorgono anche, non molto frequentemente, laminette a contorni spesso dentellati, con esilissime fenditure parallele flessuose, scolorite, a colori vivacissimi di interferenza e che credo di talco. Si hanno vari microliti bacillari di apatite.

Attaccando la roccia con acido cloridrico a caldo nel residuo, oltre ai granuli sopra ricordati, si osservano delle lamine scolorite trasparentissime, completamente estinte a nicol incrociati, che lasciano, per la loro forma, un po' in dubbio se debbano riferirsi a fluorina perchè, insieme a lamelle triangolari con gli angoli troncati che vi si potrebbero facilmente riferire, se ne incontrano altre per le quali converrebbe ammettere distorsione ecc. È da notarsi che ripetuta varie volte la prova per la ricerca dell' acido fluoridrico questa ha dato sempre resultato negativo. D'altra parte anche ammessa la presenza della fluorina questa sarebbe in così piccola quantità che necessitano ingrandimenti molto forti per ritrovarne alcune laminette. Però io la credo presente anche perchè, se la dolomia si attacchi con acido solforico, è molto più difficile lo scoprire nel residuo queste lamelle, e ciò d'accordo con l'azione che questo acido ha sul fluoruro di calcio.

Dall' esame di queste rocce sul contatto granitico risulta:

1.° L' intrusione del magma granitico deve essere avvenuta a profondità e con lenta consolidazione mancando nella roccia

normale consolidata ogni traccia di vetrificazione e di struttura fluidale.

2.° Sul contatto con il calcare la silice, ultima a cristallizzare nell'origine dei graniti, ha reagito con i carbonati di calce e magnesia della dolomia e quindi mentre da una parte i feldispati cristallizzando ultimi per la quasi scomparsa della silice si sono costituiti allotriomorficamente, si sono pure formati i pirosseni che pure allotriomorficamente hanno cristallizzato con i feldispati più acidi e forse anche insieme a un residuo di silice in foggia di quarzo allotriomorfo pur esso, ma in plaghette molto minori che nel granito tipico.

3.° La clorite, al pari del serpentino, è un prodotto secondario, derivato in seguito, a spese del pirosseno e forse della mica magnesiaca rara nel granito e qui scomparsa.

4.° I carbonati della dolomia reagendo con la silice insieme anche all'allumina e alla soda del magma granitico, allumina e soda che altrimenti avrebbero contribuito alla costituzione dei feldispati più acidi, come albite e oligoclasio, hanno dato origine a molti silicati calcico-magnesiaco-alluminiferi, che tanto più abbondano quanto più ci avviciniamo al contatto granitico.

Diabase.

Non lungi dal filone granitico testè descritto si osserva una massa filoniana di color grigio-verdastro scuro e indicata col nome di diabase. Gli esemplari infatti da me raccolti hanno tutta l'apparenza di una roccia diabasica profondamente alterata a struttura microcristallina, afanitica. Peso specifico = 2,7.

Osservata al microscopio in sottili sezioni ci si mostra costituita prevalentemente di fittissimi microliti listiformi di plagioclasio, ordinariamente non geminati, orientati in tutte le direzioni, larghi da 1 o 2 sino a 20 e più centesimi di mm. per lunghezze sette o otto volte superiori. Tutti sono nello stesso modo alterati nella parte interna che appare torbida, freschi nell' esterno involucro, onde l' apparenza della figura 1 della tavola XI, che ci dà imagine di una sezione osservata a luce ordinaria e che s'assomiglia moltissimo a quella pubblicata dal dottor E. Manasse [1] per un diabase dei Monti Livornesi.

---

[1] *Rocce ofiolitiche e connesse dei Monti Livornesi.* Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Memorie Vol. XVI; tav. II, fig. 3. Pisa, 1897.

La parte esterna a nicol incrociati si estingue quasi a 0° con la direzione dell' allungamento delle liste; in alcune non si riesce bene a distinguere se sia o no a 0°, ma in altre si vede fare angolo piccolissimo di circa 2° o 3° soltanto.

La parte interna sembra estinguersi ad angolo maggiore, ma non si può dare un giudizio esatto poichè per lo più la grande sua torbidezza ne maschera l'estinzione, la quale potrebbe anche parere ad angolo più grande che nell'involucro per effetto di contrasto divenendo esso trasparente. Parrebbero quasi microliti ortoclasici circondati da limpido involucro di adularia, quali si citano di alcune minette, ma determinando la rifrazione col metodo di Becke, risulta più rifragente il nucleo dell'involucro. Parrebbe dunque che si avesse costituzione zonale più basica e più calcifera nella parte centrale che nella periferica, che se non d'ortose può ritenersi di oligoclasio.

Difficile è lo scorgere fenditure nella parte esterna limpida che indichino il tramite per cui si fecero strada gli agenti dell'alterazione, pure con fortissimi ingrandimenti se ne osservano delle esilissime. Potrebbe però anche essere avvenuto che i microliti più ricchi di calce abbiano subito una corrosione, per riassorbimento del magma, prima che da questo siasi deposto il feldispato più acido a rivestirlo a guisa di mantello; ma attesa la profonda alterazione della roccia parmi più verosimile la prima ipotesi.

Negli spazi compresi fra questi microliti idiomorfi listiformi si vede un minerale verdolino chiaro allotriomorfo, che sembra rincalzarli come se facesse da ripieno. Ha aspetto fibroso, rilievo moderato, è debolmente pleocroico e più che pleocroico assorbente, e a nicol incrociati si estingue quasi parallelamente all'allungamento delle fibre. Ha tutto l'aspetto di uralite e che non si tratti che di pirosseno uralitizzato, oltre ai suaccennati caratteri, provano anche i resti che talora si conservano nelle massarelle uralitiche del pirosseno originario con i suoi caratteri tipici, quali il forte rilievo, i colori di interferenza alti e l'estinzione a circa 38° con le fenditure longitudinali di alcune poche sezioni. Con forte ingrandimento si scorgono nei resti di questo pirosseno alcune inclusioni fluide.

Insieme alle massarelle uralitiche si vedono delle brevi e piccole listarelle cristalline con finissima striatura longitudi-

nale, spesso visibile solo con fortissimi ingrandimenti, a piccolo rilievo, idiomorfe, benchè non sempre a regolare contorno, fortemente pleocroiche giallo-chiare a giallo-brune-tabacco, molto assorbenti con estinzione a 0° con il loro allungamento. Hanno quindi tutti i caratteri della biotite, cui pure debbono riferirsi altre lamelle o scaglie di color tabacco, talvolta a contorno esagonale, gradatamente meno pleocroiche fino a non esserlo affatto e che ci rappresentano sezioni più o meno vicine alle basali. Le laminette di biotite sono spesso circondate dall'uralite.

La magnetite si trova sparsa assai abbondantemente nella roccia in dendriti cristalline; l'apatite non frequente in aghetti piccolissimi.

Rare laminette di un minerale arancione incluse nell'uralite sono verosimilmente di ematite, delle quali alcune sembrano aver subìta una alterazione limonitica.

Come inclusioni appaiono nei feldispati i prodotti di alterazione nella parte centrale che sembrano di natura caolinica.

La roccia presenta con tutta evidenza struttura ofitica propria dei diabasi, ma per la natura del feldispato, per la struttura dei microliti listiformi, per la presenza della biotite, si ravvicina grandemente al tipo delle rocce dette lamprofiriche, con il quale coinciderebbe anche la natura filoniana della roccia stessa, e poichè le rocce lamprofiriche, dice il Rosenbusch [1], costituiscono un gruppo di termini che dalla minetta va fino al diabase micaceo, dà tutto l'insieme dei caratteri ritengo che si tratti per questa roccia russa di un diabase micaceo di tipo lamprofirico se non di una diorite micacea, alla quale, derivandovi l'anfibolo per uralitizzazione del pirosseno, potrebbe anche darsi il nome di epidiorite micacea. Siamo ad uno di quei soliti termini intermedi, di cui riesce difficilissima un'esatta specificazione.

Contatto diabasico.

Sul contatto diabasico la dolomia si è trasformata in una roccia verdolina, nella quale la massa spatica vedesi tutta at-

---

(1) *Mikroskopische Physiographie.* Bd. II, S. 504, Stuttgart, 1896.

traversata da venule grigio-verdastre o giallo-verdastre con piccoli innumerevoli punti lumeggianti argentini, che hanno l'apparenza di talco o di mica bianca. Si vedono oltre a ciò parti minutamente granulari grigiastre che si direbbero quasi selciose e che sfumano nelle giallo-verdi, le quali assumono ivi quel colore grigio-verdastro di cui ho detto sopra. Peso specifico = 2,75.

Osservatene le sezioni sottili al microscopio appaiono le già descritte aree di calcite e dolomite con le consuete linee di sfaldatura e di geminazione (tav. XI, fig. 2) e fra esse se ne vedono altre, spesso assai estese, serpeggianti, irregolari, corrispondenti certo alle venule grigiastro-verdoline che sembrano costituite di quarzo microlitico e selce con innumerevoli laminette disseminatevi di mica bianca (tav. XI, fig. 2), qui molto più abbondante e anche spesso di maggiori dimensioni che negli esemplari, già descritti, della dolomia sull' altro contatto.

Rari sono i granuli scoloriti o quasi di pirosseno-coccolite, e in lor vece sono frequenti plaghe verdoline, o verdastro-sporche, nell'andamento e forma loro corrispondenti alle già descritte, e quindi esse pure a venule, e più specialmente alle venule verdastre, e che appaiono costituite di una sostanza microgranulare, un prodotto di decomposizione in parte siliceo, in parte epidotico con più o meno di mica bianca e non di rado anche di serpentino che talora quasi per intero le costituisce. Questo serpentino leggerissimamente verdognolo e senza alcun rilievo a luce ordinaria, ci si mostra, a nicol incrociati, qui pure con aspetto di antigorite, come sull'altro contatto, ora di crisotile o di metaxite, (tav. XI, fig. 3) e con carattere diverso da un punto all'altro della stessa sezione e talora anche nella medesima plaga serpentinica. Osservando con la lamina di gesso a rosso di primo ordine si riscontra un carattere opposto fra le fibre e le scaglie o lamelle, correndo nel senso dell'allungamento loro per quelle l'asse delle vibrazioni di maggiore velocità ottica ($\mathfrak{a}$) e per queste l'asse delle vibrazioni di minore velocità ottica ($\mathfrak{c}$). Verosimilmente tutti questi minerali di tipo serpentinoso, micaceo, epidotico, ecc. derivano dall' alterazione di preesistenti minerali formatisi per metamorfismo di contatto nella dolomia, e credo da quello stesso pirosseno, i cui granuli già dissi qui essere

molto più rari, ma spesso riconoscibili sempre in mezzo a questi prodotti di alterazione non del tutto completa.

Sul contatto diabasico quindi la dolomia presenta lo stesso arricchimento di granuli pirossenici che sul contatto granitico; sembra però più avanzata la successiva alterazione, rivelataci dalla maggiore copia del serpentino e della mica bianca. È in ragione della più avanzata serpentinizzazione anche la maggiore evidenza della silice granulare come prodotto e residuo di quella alterazione; così come deve essere per la calcite spatica di cui si osservano alcune piccole venule traversanti anche le plaghe maggiori delle lamelle spatiche della dolomia, che ne sembrano come ricucite.

ELBA

Calcare metamorfico.

Al Posto dei Cavoli nel Monte di Pietra Rossa e, secondo il Rath (¹), lì presso al colle di Palombaia nell'Isola d'Elba, si ha a contatto con il granito un calcare convertitosi in marmo a grana grossolanamente saccaroide e con produzione di varie specie di minerali, i cui cristalli vi appaiono come porfiricamente disseminati. A. D'Achiardi (²) cita come frequenti un granato giallo e la wollastite, che già dal Savi (³) era stata indicata come grammatite. Lo studio fisico fattone da mio padre e le analisi chimiche eseguite dal dott. Stagi tolgono ogni dubbio alla determinazione specifica come wollastonite di questo minerale. Il von Rath la ricorda pure insieme al granato aggiungendo che in alcuni punti del Colle di Palombaia appare una vera e propria formazione di contatto fra il granito e il marmo, grossa soltanto alcuni mm., o tutt' al più qualche decimetro, formando una banda di color verde-brunastro granatica se non pure in parte idiocrasica.

Questa banda di contatto richiamandomi al paragone la consimile e ristretta banda fra il granito e la dolomia saccaroide di Berdiaouch mi determinò a studiare comparativamente an-

(¹) *Die Insel Elba.* Bonn, 1870.
(²) *Mineralogia della Toscana;* Vol. II, pag. 66-67. Pisa, 1873.
(³) *Costituzione geologica dell' Elba.* 1833.

che questo calcare elbano ridotto marmoreo al contatto del granito, fatto ben conosciuto e descritto da quanti si occuparono diligentemente, anche dopo G. von Rath, di geologia elbana.

Non parlo del granito, oramai tanto noto, e descriverò solo brevemente il calcare cristallino al contatto. Nelle sezioni sottili, si riconoscono le solite plaghe di calcite con la caratteristica struttura polisintetica del marmo. Sono invece rarissime sebbene non si possa dire che manchino del tutto, le plaghe dolomitiche a evidenti segni di sfaldatura, senza struttura polisintetica, abbondanti nella dolomia russa. L'attacco tanto più vivo fino alla fine con l'acido cloroidrico conferma la differenza delle due rocce. Peso specifico. = 2,5.

La wollastonite appare in bacchette cristalline riunite in fasci ora parallelamente o quasi, ora irraggianti, con terminazioni mal definite (tav. XI, fig. 6), scolorita quasi sempre nelle sezioni, bianca, rossastra e grigiastra macroscopicamente osservata, mostra in quelle rilievo moderato, estinzione variabile secondo il taglio, ma ad angolo non mai superiore ai 32° rispetto all'allungamento dei cristalli bacillari, colori di interferenza da bassi a mediocremente vivaci, onde la diagnosi microscopica conferma la macroscopica.

Questi cristalli di wollastonite talora ne compenetrano altri di una sostanza, con la quale sembrano concresciuti, quasi scolorita, con leggerissimo tuono di colore giallo-bruno, fortissimo rilievo, contorno irregolare, piani di separazione paralleli fra loro e all'allungamento, più estesi in una direzione con abituale geminazione secondo (100), estinzione simmetrica dalle due parti a 38° c.ª nelle sezioni parallele a (010), diseguale nelle altre, fortissimi colori d'interferenza, caratteri tutti del pirosseno, che qui credo rappresentato dalla malacolite o altra varietà calcico-magnesifera quasi scolorita. Anche l'angolo di estinzione, che suol crescere con la copia del ferro e dell'alluminio fino a un massimo di 52° conferma la fatta determinazione.

Oltre che in plaghe senza regolare contorno, più o meno estese e avvolgenti talora la wollastonite, si presenta la stessa specie anche in granuli un po' ellissoidali (tav. XI, fig. 4 e 6), ora isolati in mezzo alle lamelle di calcite, ora riuniti in gruppi, e occupanti anche aree assai estese, l'uno accanto all'altro, del tutto rassomiglianti a quelli della dolomia di Berdiaouch e che

ritengo qui pure riferibili alla varietà coccolite. La diagnosi microscopica è confermata anche dal contegno chimico. Infatti trattando con acido cloroidrico bollente la roccia, mentre se ne separa anidride silicica gelatinizzando dalla wollastonite, si ha un residuo granulare che osservato al microscopio ci mostra ancora intatti i granuli pirossenici.

In mezzo alle plaghe di calcite si osservano anche, specialmente in alcuni esemplari più friabili della roccia, grani giallognoli, molto rilevati, screpolati, estinti a nicol incrociati con tutti i caratteri dei granati, che già aveva fatto riconoscere l'esame macroscopico.

Si hanno anche plaghe senza azione alcuna sulla luce polarizzata, che sembrano di silice, e appaiono di preferenza presso il contatto, ove sono più frequenti anche i grani di pirosseno e gli altri minerali di origine metamorfica.

Considerando comparativamente i due casi di metamorfismo di contatto nel calcare, è facile rilevare insieme a non poche rassomiglianze anche differenze sostanziali. La roccia sedimentaria è ridotta cristallina, saccaroide, in entrambe le località, ma la dolomitizzazione evidentissima, intensa agli Urali, è all'Elba di gran lunga minore e la roccia ha in generale più apparenza di comune marmo che di dolomia.

La mica bianca, frequente, benchè in laminette piccolissime a Berdiaouch manca al Posto dei Cavoli, ove si ha invece abbondante wollastonite, che non si riscontra nella roccia russa. Perfetta corrispondenza si ha invece nella presenza, forma e copia dei granuli pirossenici, salvo che negli esemplari uralici appaiono non di rado serpentinizzati.

Le differenze sembrano dunque in relazione alla differenza della roccia metamorfica. In questa dell'Elba che ha più natura di marmo che di dolomia la scarsità della magnesia ha generato insieme a pirosseno la wollastonite, che non si è formata a Berdiaouch perchè ivi non faceva difetto la magnesia, la copia della quale è in rapporto alla serpentinizzazione del pirosseno.

Laboratorio di Mineralogia dell'Università di Pisa

23 gennaio 1898.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Tav. X.

Le fotografie 1, 2, 4, 5 sono fatte a nicol incrociati con i piani di polarizzazione paralleli ai margini della tavola, le altre due a luce ordinaria.

Fig. 1. Sezione di granito di Berdiaouch mostrante in special modo una plaga di microclino con la sua caratteristica struttura polisintetica. — Ingrand. 19 diam.

» 2. Idem con cristallo di oligoclasio ad esile struttura lamellare per geminazione. — Ingrand. 19 diam.

» 3. Idem con cristalli microlitici di zircone e di apatite attorno ad una plaga irregolare anfibolica e quali inclusioni nel quarzo e nell'anfibolo stesso. Nel quarzo si osservano innumerevoli inclusioni liquide e nel cristalletto di zircone a destra un nucleo scuro secondante la forma stessa del cristallo includente. — Ingrand. 55 diam.

» 4. Sezione della banda di contatto sullo stesso granito di Berdiaouch con cristallo di anfibolo corroso e circondato da masse feldispatiche alterate. — Ingrand. 44 diam.

» 5. Sezione fatta nella dolomia di Berdiaouch metamorfosata al contatto con il granito mostrante plaghe pirosseniche serpentinizzate e una venula di calcite spatica. — Ingrand. 44 diam.

» 7. Idem con lamelle di calcite e dolomite includenti granuli a forte rilievo di pirosseno. — Ingrand. 44 diam.

Tav. XI.

Le fotografie 2, 3, 5 furono eseguite a nicol incrociati con i piani di polarizzazione paralleli ai margini della tavola, le altre tre a nicol incrociati.

Fig. 1. Sezione di diabase di Berdiaouch con cristalli plagioclasici a nucleo alterato e involucro limpido, circondati dal pirosseno uralitizzato. — Ingran. 44 diam.

» 2. Sezione della roccia dolomitica di Berdiaouch a contatto con il diabase mostrante lamelle di calcite a struttura polisintetica e minerali secondari in plaghe distinte fra i quali predominano piccolissime laminette di mica bianca. — Ingrand. 44 diam.

» 3. Idem con serpentino antigoritico. — Ingrand. 44 diam.

» 4. Sezione del calcare metamorfico del Posto dei Cavoli (Elba) presso al contatto col granito, mostrante granuli pirossenici analoghi a quelli di Berdiaouch. – Ingrand. 44 diam.

» 5. Idem con cristallo geminato di malacolite a forti colori d'interferenza e forte rilievo, compenetrato da piccoli cristalli di wollastonite. — Ingrand. 19 diam.

» 6. Idem con fascio di cristali di wollastonite, globuli pirossenici e lamelle di calcite a struttura polisintetica. — Ingrand. 44 diam.

Dott. GIUNIO SALVI

L'ISTOGENESI E LA STRUTTURA

DELLE

MENINGI

I.

L'origine delle membrane di invoglio dei centri nervosi, prima degli studi di MIHALKOVICS (1) e di KÖLLIKER (2), fu molto discussa e controversa dagli anatomici.

Dalla teoria di BISCHOFF (3) per la quale tutte le meningi provenivano da differenziazione istologica degli strati più periferici delle masse nervose centrali, si va all'altra sostenuta in vario modo da TIEDEMANN (4), REMAK (5), REICHERT (6), RATHKE (7), ed HENSEN (8) per la quale si ammetteva una differente origine per ciascuna di esse.

E fu la pia madre specialmente l'oggetto delle maggiori discussioni, per la quale HENSEN credè di risolvere la questione fra coloro che la volevano originata dall'invoglio osteogeno e quelli che le davano una origine nervosa, invocando per essa

---

(1) MIHALKOVICS V. — *Entwicklungsgeschichte des Gehirns.* Leipzig 1877.

(2) KÖLLIKER A. — *Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* Leipzig 1879.

(3) BISCHOFF TH. — *Entwicklungsgeschichte der Saugethiere und des Menschen.* Leipzig 1842, pag. 195.

(4) TIEDEMANN FR. — *Anatomie du cerveau contenant l'histoire de son developpement dans le foetus.* Trad. A. J. de Jourdan. Paris 1823, p. 17.

(5) REMAK R. — *Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere.* Berlin 1850-55.

(6) REICHERT C. B. — *Der Bau des Menschlichen Gehirn.* Leipzig 1859, u. 1861.

(7) RATHKE H. — *Entwicklungsgeschicte der Wirbelthiere.* Leipzig 1861, pag. 104.

(8) HENSEN V. — *Beobachtungen über die Befruchtung und Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens.* Zeitschrift. f. Anat. und Entw. I Bd. 1876, pag. 367.

una origine a sè, da quella cioè che egli chiamò: *membrana prima*. Tutti questi ricercatori però non si occuparono che poco della evoluzione successiva di queste membrane, venendo la loro attenzione più specialmente attratta dai prolungamenti di esse nei centri nervosi.

Kollmann (1) nel 1861 studiando lo sviluppo dei plessi coroidei, si occupò della istogenesi delle meningi cerebrali e, pur non precisando a quale dei foglietti embrionali spettasse questo tessuto, dimostrò che le tre membrane di invoglio dei centri nervosi si differenziavano in seno ad un' unica massa di tessuto embrionale che egli paragonò alla gelatina di Warton, situata fra l'abbozzo del cranio e la superficie cerebrale.

La parte più esterna di questa massa, divenendo fibrosa, formava la dura madre, la più interna vascolare, la pia, l'intermedia l' aracnoide.

Questa descrizione, accettata da Mihalkovics, fu in parte modificata da Kölliker (2) il quale sostenne che la dura madre si sviluppa insieme al cranio dal quale si separa solo all' epoca dell' ossificazione, e che lo strato gelatinoso ritenuto da Kollmann l'abbozzo comune delle meningi, rappresenta solo la pia dalla quale deriva poi l'aracnoide.

Tutti questi autori poi, si occuparono di determinare l'epoca nella quale le varie meningi apparivano già formate senza seguirne il processo di differenziamento e di evoluzione, e facendo le loro osservazioni in vari animali.

I più moderni e i trattatisti seguono la descrizione di Kollmann e quella di Kölliker e, preoccupati della questione se l'aracnoide debba considerarsi o no una sierosa formata da un foglietto parietale ed uno viscerale, non ne cercano la soluzione nello sviluppo, ma nella struttura della membrana già formata.

I quesiti che si presentano in uno studio embriologico e morfologico-comparativo sopra le meningi sono vari, e tutti richiesti dalle particolarità di conformazione e di struttura che presentano le meningi nell'uomo giunto a completo sviluppo.

V' è il processo di differenziamento istologico e di separazione delle tre membrane che, per quanto accennato qua e là,

---

(1) Kollmann J. — *Entwicklung der Adergeflechte*. Leipzig 1861, pag. 24 e seg.
(2) Kölliker A. — Loc. cit. pag. 57.

ha bisogno d'esser meglio chiarito nei particolari, alcuni dei quali importantissimi per appianare le controversie e per spiegare come si passi alla struttura definitiva.

V' è il processo di formazione e di evoluzione dei sepimenti meningei nei centri nervosi da precisare in molte parti e da completare in molte altre, e da mettere in rapporto con la struttura e la conformazione che i sepimenti stessi presentano nell'adulto.

V'è infine da spiegare e da mettere in rapporto con la comunità di origine e di differenziamento istologico, alcune apparenti varietà di conformazione fra le meningi cerebrali e le rachidiche.

E questo mio studio è indirizzato appunto a dimostrare come si sviluppino le meningi e come passino alla loro struttura definitiva.

La bibliografia sull'argomento è scarsa e mal si presta ad un riassunto ordinato, onde la verrò esponendo man mano che se ne presenterà l'occasione.

Materiale e metodo di studio.

Ho eseguite le mie ricerche sopra embrioni di mammiferi, e specialmente di *cavia*, di *coniglio*, di *pecora* e di *uomo*, estendendole però agli altri ordini di vertebrati quando l'argomento lo richiedeva; per la descrizione, mi varrò più specialmente della *cavia*.

Ho dovuto fare serie complete di questi embrioni con sezioni trasverse, sagittali e frontali, ed ho urtato contro grandi difficoltà per poter fissare gli embrioni in modo che anche le parti più interne della testa si conservassero inalterate, e per decalcificare i più inoltrati, senza nulla perdere nei particolari di struttura e di rapporti.

Sono riuscito ad ottenere buonissimi risultati, usando il metodo seguente.

Per la fissazione mi sono servito di un liquido composto a parti uguali di *soluz. conc. di acido picrico*, *soluz. conc. di sublimato corrosivo*, *e acqua*, e detto liquido mi ha corrisposto sempre, anche per embrioni nei quali il processo di ossificazione era già molto inoltrato: per la decalcificazione, ha corrisposto pie-

namente al mio scopo, solamente la *fluoroglucina*. Questa sostanza si può adoperare benissimo dopo il liquido fissatore sopra indicato e se al trattamento con essa si fa seguire una abbondante lavatura, la colorazione non ne viene disturbata affatto.

Quanto alla colorazione, ho ottenuto i risultati migliori dalla *cocciniglia*. Ho adoperato però spesso anche il *carminio (alluminato)* e le doppie colorazioni con *bleu d'anilina* che danno buonissimi risultati nello studio delle varie fasi di sviluppo del connettivo. Per l'inclusione, mi sono servito della paraffina e della celloidina.

Le meningi si sviluppano dalla porzione più interna dei somiti mesoblastici e delle lamine cefaliche.

Da principio nello strato mesodermale che avvolge il sistema nervoso centrale non è alcuna differenziazione, e gli elementi cellulari più periferici ed i più centrali si somigliano tutti. Ma ben presto comincia a delinearsi l'abbozzo dello scheletro per un ispessimento, una compattezza maggiore degli elementi, ed allora fra questo abbozzo ed il sistema nervoso resta interposto uno strato di mesoderma che rappresenta il rudimento comune delle meningi.

Le cose, uguali nella sostanza, procedono un po' diversamente nei particolari, nella porzione cefalica e nella rachidica.

Sviluppo delle meningi cerebrali.

La capsula mesodermale che avvolge l'encefalo di un embrione di cavia di 8 mm. è tutta omogenea, senza traccia alcuna di differenziazione. È uno strato di connettivo embrionale limitato nella volta dalla lamina cutanea ed alla base continuantesi con quello delle protovertebre. A poco a poco però, la porzione più periferica di esso comincia a divenire più densa sotto forma di una lamina continua sulla volta del cranio, di uno strato irregolare alla base.

Gli elementi cellulari sulla volta si allungano e si dispongono parallelamente, alla base restano rotondeggianti ma molto serrati fra di loro.

È lo strato osteogeno del cranio che si manifesta, ed alla base apparisce un po' prima.

Esso diventa ben presto nettissimo e ben delimitato dal rimanente dello strato mesodermale il quale rimane interposto fra esso e la superficie cerebrale conservando i suoi caratteri di connettivo embrionale. Quest'ultimo è l'abbozzo comune delle meningi, quella che deve chiamarsi *meninge primitiva*.

Il differenziamento delle tre membrane di invoglio si fa in seno ad essa nel modo seguente.

Lo strato che è immediatamente a contatto con la parete cerebrale, comincia ben presto a presentare la formazione di una quantità di piccolissimi vasi i quali aumentando rapidamente, vengono a costituire una rete fittissima e continua che ricopre la superficie cerebrale e dalla quale si staccano una quantità di vasellini che penetrano entro la sostanza nervosa.

Questa formazione si ha contemporaneamente ovunque, ed anche perciò in quelle porzioni della meninge primitiva che si sono intromesse nei solchi che si sono venuti formando nella parete dell' encefalo, costituendo l' abbozzo dei sepimenti meningei.

In un embrione di cavia di 14 mm. il fatto è già abbastanza evidente. Questo strato vasale rappresenta la pia madre che comincia a differenziarsi, ed in un embrione di cavia di 18 mm. costituisce uno strato già bene differenziato istologicamente dagli altri. Fra essa e l'abbozzo craniense, resta quel che rimane della meninge primitiva la quale, senza presentare alcuna traccia di differenziazione, ha i caratteri del connettivo mucoso.

Tanto lo strato osteogeneo craniense che la pia meninge, per quanto nettamente delimitati dallo strato mucoso per varietà di struttura, non sono però affatto staccati da esso, e la continuità del tessuto è perfetta.

Procedendo lo sviluppo (embrione di cavia di 18 mm.), si comincia a notare nel mezzo dello strato mucoso uno straterello sottilissimo nel quale gli elementi cellulari sono più serrati e tendono ad allungarsi, e che risalta subito nelle sezioni in seno al tessuto omogeneo rimanente.

Questo strato nella base del cranio apparisce un po' prima, mentre nella volta è meno evidente; però in un embrione di cavia di 20 mm. esso è ovunque evidentissimo (Fig. 1).

Formandosi nel mezzo dello strato mucoso, una parte di questo resta al di fuori cioè fra esso e il cranio, ed una al di dentro cioè fra esso e la pia madre (Fig. 2 e 3).

Il seguito dello sviluppo dimostra che questo straterello più ispessito è il primo indizio della differenziazione della dura madre, ed è per questo che ho proposto di chiamare *dura meninge primitiva* quella porzione della meninge primitiva costituita dalla lamina suddetta e dal connettivo embrionale compreso fra essa e lo strato osteogeno; e *meninge molle primitiva* la porzione che rimane fra essa lamina e la parete cerebrale, compresa la pia.

Infatti, procedendo lo sviluppo, lo strato durale sopra descritto va piano piano acquistando i caratteri del connettivo fibroso e contemporaneamente lo strato fibroso che è fra esso ed il cranio si ispessisce e si addensa anch'esso, sebbene sempre un po' meno, fino a che si giunge ad un punto (embrione di cavia di 36 mm.) che si confonde quasi con lo strato fibroso osteogeno della volta. Questo però non accade nella base ove i due strati rimangono sempre ben distinti uno dall'altro per la diversa apparenza di struttura che assume la cartilagine. Il primo abbozzo della dura madre resta però sempre distintissimo da tutto il resto per una compattezza maggiore dei suoi elementi.

Quando comincia l'ossificazione dell'abbozzo craniense, allora la distinzione torna ancora nettissima ovunque e la dura madre (ciò che del resto è stato fin da principio) si mostra costituita da due strati: uno aderente all'osso, meno denso, ed uno più interno, limitante, più denso e fibroso (embrione di cavia di 58 mm. (Fig. 5 e 6).

Questi fatti presentano alcune leggiere varianti nella volta del cranio e nella base.

Nella volta, lo strato più lasso della dura madre si ispessisce anch'esso molto presto, ma non giunge mai al punto di confondersi con quello limitante che resta sempre ben netto. Nella base invece, l'organizzazione a tessuto fibroso avviene più lentamente, ma alla fine è tale la compattezza che acquista questo stato, che viene a confondersi quasi completamente con quello limitante e con quello che fino da principio è apparso come pericondrio della cartilagine della base.

In corrispondenza poi dei luoghi ove saranno più tardi le suture, il tessuto durale si confonde con quello epicranico attraverso la sutura stessa.

Questi fatti spiegano la differente aderenza che presenta la dura madre con le ossa del cranio, la quale può divenire così debole da dar luogo in taluni punti alla formazione del così detto spazio epidurale.

Nel mentre che i fatti sopra descritti si compiono, la pia madre viene gradatamente acquistando la struttura sua definitiva. La rete vascolare aumenta, ed i vasi entrano numerosi nella sostanza cerebrale stabilendo altrettanti punti di aderenza. Fra le maglie vasali sta delicato connettivo di sostegno dipendenza di quello mucoso che è rimasto fra l'abbozzo durale e l'abbozzo piale.

In un embrione di cavia di 58 mm. cioè quasi a termine, la dura madre e la pia sono istologicamente del tutto differenziate, però non si può ancora parlare di una vera e propria aracnoide nè di spazi che separino una membrana dall' altra (Fig. 6).

L'abbozzo aracnoideo è rappresentato da quella porzione di meninge primitiva che rimane fra i due abbozzi della dura e della pia madre.

Questo tessuto, mucoso in un embrione di cavia di 24 mm. va man mano organizzandosi sotto forma di connettivo lasso. Esso è scarsissimo sopra le parti convesse e sporgenti della superficie cerebrale; abbonda invece nei solchi e nelle fessure che riempie totalmente continuandosi senza interruzione di sorta con il connettivo delle due membrane già differenziate. È nei solchi e nelle fessure che si può studiare bene la sua evoluzione.

In un embrione di cavia di 50 mm. il tessuto aracnoideo è costituito da un reticolato di esili trabecole connettivali che in uno di 60 si trovano diminuite di numero ed aumentate invece di consistenza.

In una parola, il tessuto mucoso primitivo va grado a grado diventando dapprima lasso e poi rarefacendosi sempre di più nel mentre che aumentano gli spazi e diminuiscono i setti. La continuità di questo tessuto tanto da parte della dura che

da parte della pia madre resta perfetta ma esso si cambia in una specie di spugna connettivale interposta fra le due e continuantesi con esse. Il rivestimento endoteliale delle trabecole, negli spazi più periferici, si continua naturalmente sopra la porzione di superficie della dura madre che ne forma il limite estremo.

Procedendo ancora lo sviluppo, il tessuto aracnoideo si dirada sempre più. Le lacune di esso aumentano nella parte più periferica, in relazione col differenziamento maggiore della membrana fibrosa che si distacca nettamente dal resto, mentre da parte della pia madre il nesso si conserva strettissimo, continuandosi le trabecole direttamente col connettivo delicato che è tra le maglie dei vasi. È in tal modo che si viene a poco a poco a formare lo spazio subdurale.

Le trabecole aracnoidee si distaccano dalla superficie della dura madre che diviene così libera, per il maggiore differenziamento e per l'organizzazione fibrosa che assume questa membrana e forse, come opina Krause, anche per la circolazione del liquido cefalo rachidiano che viene a stabilirsi. E contemporaneamente il rivestimento endoteliale che rivestiva la parete durale quando questa faceva solo da parete ad una serie di spazi connettivali si fa continuo, ed il distacco fra le due membrane è completo.

Formatosi in tal modo lo spazio subdurale, il tessuto aracnoideo si ispessisce perifericamente ed anche qui con lo stesso processo sopra descritto, si stabilisce il rivestimento endoteliale.

È anzi questo ispessimento che si compie gradatamente quello che contribuisce alla formazione dello spazio subdurale.

Là dove il tessuto era scarso, cioè sulle parti convesse e sporgenti dell'encefalo, esso viene, per così dire, impiegato tutto nella formazione di una membranella connettivale addossata alla pia ed aderente a questa; là dove invece per l'infossarsi della superficie cerebrale il tessuto aracnoideo abbondava, la membranella resta come strato limitante e la spugna connettivale persiste come nelle epoche embrionali, conservando sempre il suo nesso col tessuto piale.

Questi fatti relativi allo sviluppo dell'aracnoide, accennati in parte da Kollmann, non furono mai messi in evidenza e di-

mostrati, onde in trattati di anatomia dei più recenti leggesi che l'origine dell'aracnoide non è conosciuta oppure che nasce dalla pia madre.

Così inteso lo sviluppo delle meningi cerebrali, si spiegano tutti i fatti relativi alla loro struttura e conformazione definitive. E specialmente la questione ancora in vigore fra gli anatomici, se l'aracnoide sia o no da considerarsi come una membrana sierosa, cade completamente.

Saverio Bichat descrisse l'aracnoide come una vera membrana sierosa formata da un foglietto viscerale ed uno parietale, e gli anatomici successivi che hanno seguìto questa dottrina descrivono quest'ultimo come costituito da una membrana elastica sulla quale poggia l'endotelio.

Lo sviluppo di queste membrane ci dà diritto ad asserire che se non esiste una aracnoide sierosa nel senso di Bichat, esiste però una cavità sierosa vera e propria rappresentata dallo spazio subdurale, limitato da membrane connettivali differenziatesi e staccatesi una dall'altra in seno ad un'unica massa di connettivo embrionale.

Le pareti di questo spazio sono divenute più dense e fibrose da una parte che dall'altra, ed il loro rivestimento d'endotelio si spiega troppo facilmente visto lo sviluppo.

Aracnoide vera e propria cioè una membranella di connettivo isolata, non si ha che là dove essa forma la parete delle grandi cavità aracnoidee. Dove le cavità sono più piccole e sulle parti convesse della superficie encefalica, l'aracnoide è solamente uno strato periferico più ispessito del tessuto aracnoideo, limitante la cavità sierosa subdurale.

Che poi questa membrana non si infossi insieme alla pia madre nei solchi, si spiega anche questo facilmente dal momento che essa si differenzia come strato limitante del tessuto che fin da principio occupava quei solchi, e si distacca dalla dura in epoche molto avanzate di sviluppo, quando cioè il sottostante tessuto aracnoideo è già bene costituito.

Quanto alla pia madre, si infossa nei solchi primitivi perchè si differenza *in situ* dalla meninge primitiva che si intromette in quei solchi; in quelli che si formano dopo, si infossa per le

aderenze cellulari e vascolari che si stabiliscono fra essa e l'encefalo, descritte da Valenti [1].

Lo spazio, o per meglio dire gli spazi subaracnoidei infine, si formano nello stesso modo che lo spazio subdurale. Qui però la membrana limitante (aracnoide) non diviene così fibrosa come la dura madre, e le trabecole connettivali per quanto in alcuni luoghi ridotte di numero e di volume, conservano il loro nesso col tessuto connettivo della pia madre, e questa è la causa per la quale lo spazio subaracnoideo non si fa libero come il subdurale.

La pia madre e l'aracnoide cerebrali non sono due membrane distinte, ma un solo strato di connettivo lasso limitato esternamente da una lamina connettivale più densa onde limitare a sua volta lo spazio subdurale, e servente con la sua porzione più profonda di veicolo ai vasi epicerebrali e di stroma e sostegno alla rete che essi formano.

Sviluppo dei seni della dura madre. — Leggesi nei trattati di Anatomia come i seni della dura madre siano canali venosi a sezione triangolare scavati nella spessezza della meninge o formati da uno sdoppiamento di essa.

Questo modo di dire, se può stare dal punto di vista descrittivo, non è affatto in relazione con lo sviluppo embriologico di questi canali vascolari.

Lo strato mesodermale che costituisce l'invoglio primitivo dell'encefalo, fino dai primi stadi di sviluppo dà origine ad una quantità di vasi venosi fra i quali si stabiliscono subito dei rapporti e delle connessioni che restano poi immutati nel seguito dell'evoluzione.

Allorchè comparisce l'abbozzo del cranio, alcune di queste vene, le più periferiche, vengono comprese nella formazione dello strato osteogeno ed, incluse in questo, divengono poi evidentemente le vene della diploe.

Le altre, quelle che vengono a trovarsi nello strato della meninge primitiva, si dividono in due ordini. Alcune si sviluppano in forma di rete nello strato contiguo alla parete cerebrale e con la loro presenza specialmente, caratterizzano la pia

---

[1] Valenti G. — *Sullo sviluppo dei prolungamenti della pia madre nelle scissure cerebrali.* Memorie della Soc. Toscana di Sc. Nat. Vol. XII.

madre. Altre, più periferiche, prendono subito uno sviluppo molto maggiore ed assumono tali rapporti con le varie parti dello encefalo in via di evoluzione, coi prolungamenti della meninge primitiva e fra di loro, che le fanno riconoscere subito come i futuri seni.

Ed infatti, allorchè apparisce il primo abbozzo della dura meninge, cioè quello che sarà poi lo strato più interno e fibroso di essa, le vene suddette vengono ad essere comprese fra questo e l'abbozzo craniense, e seguitano a svilupparsi per un certo tempo nel connettivo ancora lasso che forma lo strato più esterno della dura madre a tali stadi di sviluppo.

Questi fatti si osservano bene nell'embrione di cavia di 20 mm. e negli stadi successivi (Fig. 1, 2).

In un embrione di 58 mm. (Fig. 6), i seni sono ancora vere vene con una parete propria ben distinta e perfettamente limitata dal connettivo circostante. Però col progredire dell'ispessimento di questo tessuto, ne deriva che quella distinzione va facendosi sempre meno netta fino a che, quando lo strato meningeo ha acquistato i caratteri di connettivo fibroso, la parete della vena si confonde con questo, la sezione del vaso da circolare diviene pressochè triangolare per le cause che dirò più tardi inerenti allo sviluppo dei prolungamenti meningei, e la vena diviene seno.

Vi sono alcuni di questi seni come il sagittale inferiore ed il retto che, fino a stadi inoltrati di sviluppo, sono rappresentati più che da una sola vena da un gruppo di vene le quali solo più tardi si riuniscono in un solo tronco. Queste vene divengono seni molto più tardi delle altre che si trovano perifericamente e che vengono incluse subito nel primo abbozzo della dura madre, e ciò perchè nei sepimenti meningei relativi l'invasione del tessuto fibroso si fa negli ultimi stadi di sviluppo, ed in un modo tutto particolare.

Le vene di Galeno non sono che quella porzione della vena primitiva fino alla quale non si estende la formazione durale del tentorio che include l'altra, trasformandola in seno retto. Questo seno poi corrisponde a quella porzione che nelle prime epoche embrionali raccoglieva il sangue delle vene scorrenti nel connettivo interposto fra le due vescicole del telencefalo e fra queste e il diencefalo, non ancora divise in due piani (vene

della falce e del tentorio, e vene della tela coroidea) per la formazione delle commessure.

Nel periodo embrionale le anastomosi fra la vena che diverrà il seno sagittale superiore e quella del seno sagittale inferiore sono numerosissime.

I seni della dura madre non sono perciò che vene dell'invoglio mesodermale dei centri nervosi, le quali vengono involte nella formazione della dura meninge come le vene diploiche nell'abbozzo craniense, e le vene epicerebrali nell'abbozzo della pia madre.

E la conferma di ciò è facile trovarla nell'anatomia degli animali inferiori.

Nella cavia e nel coniglio anche il tessuto aracnoideo è attraversato da grossi vasi venosi che sboccano nei seni; nel cane, per l'ossificazione del tentorio, si hanno il seno trasverso e la porzione più dorsale del seno longitudinale superiore scorrenti in veri canali ossei. Degno di nota è il fatto che in questo animale l'ossificazione del tentorio non comprende il seno retto, il quale scorre al davanti.

Prolungamenti delle meningi cerebrali.

I prolungamenti delle meningi, di varia natura e struttura nell'adulto, sono nelle prime epoche embrionali tutti eguali.

La meninge primitiva che avvolge i centri nervosi, penetra nelle fessure e nei solchi che si vanno formando alla superficie di questi, continuando a riempire tutto lo spazio che è fra la superficie cerebrale e la scatola cranica.

Ciò avviene meccanicamente e per l'accrescimento continuo del tessuto, mentre l'abbozzo craniense già differenziato costituisce al tutto un invoglio resistente che non prende parte a queste ripiegature e resta come strato limitante esterno.

Nel seguito dello sviluppo questi prolungamenti danno origine più specialmente alle meningi molli dei solchi rispettivi, mentre la dura madre vi entra solo a stadi molto avanzati ed in un modo tutto particolare.

Fra gli osservatori che hanno studiato la genesi di questi prolungamenti, Kollmann (1) ritenne per la gran falce che il sepi-

---

(1) Kollmann. — Loc. cit.

mento primitivo desse origine solamente alla pia madre e che la dura si spingesse fra le due lamine di questa secondariamente, a partire dall'apofisi cristagalli; mentre Dursy [1] ammise che il sepimento meningeo primitivo desse origine a tutte le meningi che formano quello definitivo. Gli altri o non si occupano dell'argomento, o riportano le idee di queste.

Le mie osservazioni mi hanno mostrato come lo sviluppo di questi sepimenti avvenga in modo tale che merita una speciale descrizione per ciascuno di essi. E questi fatti sono in relazione con la struttura differente che presentano i vari prolungamenti meningei e le varie parti di uno stesso.

Gran falce del cervello. — L'abbozzo della gran falce del cervello è dato da quel prolungamento della meninge primitiva che si insinua nel solco che si va formando fra le due vescicole del telencefalo. Però, se per gran falce si intende solo il prolungamento della dura madre, non si può dire che la falce definitiva corrisponda alla primitiva.

La falce primitiva è costituita da connettivo embrionale, e la porzione di essa che è a contatto con la parete cerebrale si differenzia come pia madre con lo stesso processo di quella esterna e contemporaneamente ad essa, mentre il rimanente del tessuto che resta fra le due lamine contigue persiste lungamente come tessuto connettivo mucoso.

Questi fatti si osservano bene in un embrione di *cavia* di 24 mm.

Intanto però, dalla meninge primitiva esterna, si è venuta differenziando la dura madre sotto forma di quella lamina più densa che darà poi origine allo strato più fibroso ed interno di essa. Questa lamina in corrispondenza della falce primitiva e della scissura sagittale, sporge alquanto in questa a guisa di cuneo circondando la vena che sarà poi il seno sagittale superiore (embrione di *cavia* di mm. 25 Fig. 4).

Questo stato di cose permane immutato fino ad epoche molto avanzate di sviluppo, fino a che la dura madre non è già bene formata.

A questa epoca (embrione di *cavia* di 58 mm.) si comincia a vedere, nelle sezioni frontali, l'apice dell'angolo prolungarsi

---

[1] Dursy E. — *Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbelthiere.* Tübingen 1869, p. 60.

in basso come una specie di piega dello strato limitante della dura madre. E che non sia una piega casuale, lo dimostra oltre la sua costanza ed il suo graduale sviluppo, il fatto che gli elementi del tessuto hanno qui una direzione parallela al grande asse verticale della piega stessa. Al di sotto del limite inferiore della piega, il sepimento meningeo conserva la sua struttura; si hanno cioè le due lamine della pia madre separate da connettivo lasso nel quale si è andato pian piano cambiando quello mucoso degli stadi antecedenti (Fig. 6).

La piega accoglie del tessuto proveniente dallo strato meno denso della dura madre e si approfonda sempre più fino a guadagnare le parti più profonde del sepimento meningeo. Nel tempo stesso il tessuto interposto si ispessisce tanto, che ben presto si confonde con quello limitante e la primitiva struttura della piega non si può più riconoscere.

A questa epoca (feto di *cavia*) la gran falce cerebrale è completamente formata e il tessuto fibroso ha raggiunto le vene scorrenti nella parte più profonda del sepimento meningeo primitivo, dando origine al seno sagittale inferiore.

Fra la gran falce e la pia madre della scissura sagittale resta un po' di connettivo che dà origine alla aracnoide con lo stesso processo descritto più sopra.

Tentorio del cervelletto e Tela coroidea del 3.° ventricolo. — Di comune accordo gli anatomici ritengono come abbozzo del tentorio del cervelletto quel prolungamento della meninge primitiva che si spinge fra il mesencefalo ed il rombencefalo e che fu chiamata da Kölliker *tentorio primitivo;* e la cosa sembrerebbe a tutta prima evidentissima dal momento che è appunto in corrispondenza della faccia posteriore di questo sepimento che si sviluppa la *lamina cerebellare.*

Sostennero in vario modo questa teoria Dursy, Mihalkovics e Kölliker i quali furono poi seguìti da tutti gli anatomici successivi.

Ove però si segua lo sviluppo dell' encefalo si vede che le cose procedono altrimenti.

Questo sepimento non accoglie nessuna formazione della dura madre, ma dà solo origine alla pia madre che riveste le parti corrispondenti dello encefalo.

Esso in un embrione di *cavia* di 24 mm. è costituito dalle

due lamine della pia madre differenziatesi in esso e da poco tessuto lasso interposto (Fig. 13).

Man mano che si sviluppano le parti dell'encefalo fra le quali è racchiuso, cioè allorquando il mesencefalo che prima occupava la sommità del cervello si abbassa soverchiato dagli emisferi da una parte e dal cervelletto dall'altra, e si formano il velo midollare anteriore e la lamina quadrigemella, questo prolungamento perde la sua conformazione a cuneo, e le due lamine piali si allontanano, si distendono e si ripiegano seguendo lo sviluppo di quelle parti (Fig. 10-15).

L'abbozzo del tentorio è invece rappresentato da quel prolungamento della meninge primitiva che ai primi stadi di sviluppo si intromette fra le due vescicole del telencefalo ed il dincefalo. È una specie di lamina semilunare a sezione triangolare, i corni della quale contornando l'encefalo, vengono a confondersi con la meninge primitiva che si trova accumulata alla base di questo e che si solleva nell'angolo di flessione cranica formando il *pilastro di* RATHKE.

Questa mia asserzione si basa sopra il seguito dello sviluppo e sopra un fatto della massima importanza: la presenza cioè della vena che diverrà il seno trasverso, nella periferia di questo sepimento.

La dura madre, fino dal suo primo apparire sotto forma di quello straterello ad elementi più serrati, che sarà poi la sua lamina interna, contorna questo seno sporgendo nel sepimento e nel solco a guisa di cuneo sebbene poco allungato; ed è questo il *tentorio embrionale* (Fig. 1 e 2).

Col progredire dello sviluppo gli emisferi si estendono in dietro e al di sopra del diencefalo, ed il prolungamento meningeo si allunga mentre il seno trasverso si sposta in dietro seguendoli.

La pia madre, differenziatasi, ha contratto aderenze vascolari e cellulari con la superficie delle vescicole del telencefalo, e conserva i suoi rapporti con le parti che da queste si sviluppano. Quando gli emisferi sono giunti a contatto col cervelletto, l'antico prolungamento meningeo si trova straordinariamente spostato ed allungato indietro. Inoltre da verticale che era si trova ad essere orizzontale. È un lungo sepimento il quale occupa tutta la fessura trasversa.

La sua porzione più profonda si converte nella *tela coroidea*

del 3° ventricolo e dà origine ai plessi coroidei; la porzione più periferica accoglie un prolungamento della dura madre, il *tentorio,* mentre le lamine piali si divaricano per continuarsi sopra le superfici encefaliche rispettive, e il connettivo interposto si converte nell'aracnoide della fessura trasversa.

L'asse mediano e sagittale di questo prolungamento era sino dai primi stadi di sviluppo percorso da vene che andavano a sboccare nel seno trasverso e questa connessione vascolare si conserva sempre. Le vene, per la porzione più profonda divengono le *vene coroidee* e di Galeno, per la più superficiale il *seno retto,* venendo comprese nella formazione fibrosa della falce e del tentorio.

Il tentorio rimane lungo tempo allo stato descritto sopra di sporgenza cuneiforme della dura madre che avvolge il seno trasverso, e che segue questo nella sua migrazione in dietro. Singolarissima è la sua evoluzione ulteriore.

Anche qui l'inizio è una ripiegatura dello strato limitante durale che ha avvolto il seno trasverso, ma la piega non si diparte dall'apice del cuneo apparendone una continuazione, come avviene per la gran falce, ma sibbene dal suo lato posteriore cioè dietro il seno stesso, il quale conserva per lungo tempo la sua sezione circolare.

In un embrione di *cavia* di 50 mm. la ripiegatura è nettissima sebbene poco profonda. Essa è lontana dal seno e potrebbe esser presa per una piega accidentale se non la si trovasse allo stesso posto, rispetto al seno, anche in stadi di sviluppo inferiori, e non la si potesse seguire nella sua graduale evoluzione nei superiori. Di più il connettivo dello strato esterno della dura madre vi penetra in modo, che l'asse de suoi elementi allungati non si ripiega, ma si dispone parallelo all'asse della piega stessa.

In un embrione poi di 58 mm. (Fig. 6) il fatto è evidentissimo. L'abbozzo del tentorio si è venuto avvicinando al seno trasverso e, immediatamente dietro a questo cioè nella parete posteriore dell'angolo formato dalla dura madre, si vede nelle sezioni sagittali un infossamento verticale a guisa di piega. Lo strato durale che lo limita è molto denso, più che in ogni altra sua porzione e più ancora verso l'apice. Il connettivo che è nel mezzo, dipendenza dello strato esterno della dura madre, è meno denso ed a fibre dirette lungo l'asse della piega.

La vena che sarà più tardi il seno retto, decorre e sbocca nel seno trasverso al davanti della piega. Procedendo ancora lo sviluppo, la piega si infossa sempre più fino a prendere la estensione e la conformazione definitiva del tentorio, e contemporaneamente lo strato intermedio si addensa tanto da confondersi con quello limitante.

Il seno retto viene ad essere compreso nella formazione fibrosa costituita dall'unirsi sulla linea mediana del tentorio con la falce. Esso si apre nel seno trasverso restringendo dapprima il suo diametro.

Nelle parti laterali l'abbozzo del tentorio si trova più ravvicinato al seno trasverso. Di più, man mano che si sviluppa, avviene come se la sua parete anteriore si distendesse, onde la piega si avanza e si fa sempre meno distinta, fino a che, a sviluppo completo, apparisce come il prolungamento dell'angolo durale ed allora il seno prende la sua forma triangolare.

I resti di questa primitiva porzione in avanti del tentorio, e le traccie della sua migrazione in dietro sono molteplici.

Il sepimento meningeo che è situato fra il mesencefalo ed il rombencefalo, il *tentorio primitivo* di Kölliker, circondando ad anello questa parte dell'encefalo, viene ad unirsi nella base all'apice del *pilastro di* Rathke, e con questo ha comune il destino.

Infatti, da Rathke in poi, tutti ammettono che il pilastro si atrofizza; ed io, non concordando del tutto in questa asserzione, ho osservato che la porzione estrema dà origine solo alle meningi molli delle porzioni corrispondenti dell'encefalo.

Il vero *tentorio primitivo* invece, nei primi stadi di sviluppo era situato verticalmente a guisa di semiluna nel solco fra telencefalo e diencefalo, e le sue estremità corrispondevano alla base del *pilastro di* Rathke, quella che dà origine alla dura madre che riveste il corpo dello sfenoide e i processi clinoidei.

Nella sua migrazione in dietro il rapporto alla base permane immutato (attacco del tentorio ai processi clinoidei), mentre la circonferenza che era verticale tende a poco a poco a disporsi orizzontalmente per la differente orientazione che assume la fessura trasversale. E la traccia di questo fatto ci viene presentata anche dalle ossa del cranio.

È certo che la base si sviluppa meno della volta, e la sua porzione media, rappresenta una specie di punto fisso attorno al quale avviene l'accrescimento della volta stessa che segue quello dell' encefalo, e specialmente degli emisferi. Da principio il seno trasverso era una specie di semi-anello verticale situato fra telencefalo e diencefalo e facente capo con le sue estremità ai forami giugulari. Spostandosi e piegandosi il tentorio in dietro, si è piegato e spostato anch' esso per la porzione che corrisponde al tentorio stesso.

E la prova di ciò è offerta dalla conformazione della doccia ossea che lo accoglie. La porzione inferiore rimasta verticale è il resto dell' antica disposizione, mentre la superiore, piegata indietro, rappresenta l'angolo percorso dal tentorio.

Quanto poi al fatto dello svilupparsi del tentorio al di dietro del seno retto, esso trova la sua conferma in quello che si osserva nel *cane*. In questo animale il tentorio ossifica, e la lamina ossea che ne risulta non comprende affatto il seno retto come fa per il trasverso e per la porzione posteriore del longitudinale superiore, ma il seno stesso scorre al davanti, e pure al davanti del tentorio perfora l'osso per gettarsi nel trasverso.

Falce del cervelletto. — Si sviluppa come la gran falce del cervello.

Diaframma dell'ipofisi. — È descritto comunemente come uno sdoppiamento della dura madre della quale un foglietto tappezza la fossa pituitaria, e l'altro vi passa sopra come un ponte lasciando un pertugio per il passaggio del peduncolo.

Il meccanismo di formazione embrionale è invece del tutto differente.

La capsula mesodermale craniense si spinge nell'angolo anteriore di flessione cranica formando una specie di lamina trasversale chiamata da Rathke *pilastro medio del cranio* e da Kölliker *pilastro anteriore*. Questo pilastro però non dà origine solamente a parti ossee come credè dapprima Rathke, nè si atrofizza completamente come affermarono i ricercatori successivi fra i quali Dursy.

Seguendo l'evoluzione di questo pilastro, si vede che la sua porzione superiore da origine alla sella turcica ed alla lamina quadrilatera dello sfenoide, la media al diaframma dell' ipofisi e la superiore alla pia madre ed all' aracnoide delle regioni

corrispondenti dell'encefalo. Perciò solo una parte di questo pilastro appartiene alla meninge primitiva, mentre quella inferiore appartiene allo abbozzo del cranio.

Ed infatti, allorchè questo comincia a differenziarsi, si delinea subito il limite fra le due porzioni (embrione di *cavia* mm. 11).

Fin da quando nessuna differenziazione è ancora avvenuta nella meninge primitiva del pilastro di Rathke, l'abbozzo dell'ipofisi, sviluppandosi, si spinge nel pilastro infossandone, per così dire, la faccia anteriore. Questo fatto determina una sorta di sporgenza della meninge stessa al di sopra dell'ipofisi ed in essa il connettivo embrionale si mostra già un po' ispessito (embrione di *cavia* di mm. 6, Fig. 7).

Allorchè poi nella base del cranio apparisce la dura madre, il primo abbozzo di questa membrana (strato interno) sporge nel pilastro di Rathke e fra esso e l'abbozzo della sella rimane circoscritto un ammasso cuneiforme del tessuto costituente lo strato durale esterno.

Si viene così a formare una specie di sprone ad angolo acuto della dura madre, il quale, molto alto nella linea mediana, va lateralmente perdendosi ed appianandosi.

In corrispondenza della formazione dell'ipofisi, la faccia anteriore di questo sprone si infossa per accoglierla, e nel tempo stesso si ripiega al di sopra formandole una specie di tetto che corrisponde alla sporgenza della meninge primitiva sopra descritta: l'apice del cuneo si approfonda sempre nel pilastro di Rathke. Questi fatti si osservano bene in un embrione di *cavia* di mm. 20 e sono rappresentati nella Fig. 8. Si vede l'ipofisi accolta in una specie di ricettacolo formatole dallo strato interno della dura madre e al di sopra del quale lo strato stesso, raddoppiato, sporge come un tetto.

Progredendo lo sviluppo, questa lamina ricoprente si prolunga sempre più in avanti in relazione con l'accrescimento dell'ipofisi. Essa è formata dai due foglietti dello strato durale separati da un po' di connettivo che a poco a poco diventa anch'esso più denso fino a che la distinzione non è più possibile. Questo però non avviene che a sviluppo completo.

Questa trasformazione fibrosa del connettivo interposto alle due lamine durali e lo sviluppo delle parti circostanti dello

scheletro, finiscono per dare al diaframma dell'ipofisi la sua conformazione e struttura definitiva.

Nel mentre che ciò avviene, la porzione di pilastro di Rathke che è al di sopra dello sprone durale si atrofizza gradatamente e rimane come pia madre ed aracnoide della regione.

Il diaframma dell'ipofisi non è quindi uno sdoppiamento della dura meninge, ma piuttosto una duplicatura, una piega, come è per gli altri prolungamenti di questa membrana.

Ho notato nella *cavia* che la lamina quadrilatera dello sfenoide corrisponde alla porzione inferiore del prolungamento durale che forma il diaframma dell'ipofisi, e nel feto di questo animale non è ancora ossificato. Certo la cartilagine non vi entra.

Tela coroidea del 4.° ventricolo. — Kollmann, Dursy, Kölliker e Mihalkovics descrissero come abbozzo dei plessi coroidei del 4.° ventricolo quel diverticolo della meninge primitiva che si infossa nella volta del rombencefalo al di dietro della lamina cerebellare e che Kölliker chiamò apppunto *prolungamento dei plessi coroidei del quarto ventricolo.*

Sopra lo sviluppo di questi plessi e di questa tela ho trovato delle particolarità che meritano più ampia e particolareggiata descrizione.

Il prolungamento meningeo che dà origine alla tela coroidea apparisce molto tardi, quando gli altri sono già molto avanzati nel loro sviluppo, e quando la pia madre è già bene differenziata in seno alla meninge primitiva.

I plessi coroidei poi appariscono molto prima che si formi la tela ed apparentemente molto lontani dal sito che poi occuperanno definitivamente.

In un embrione di cavia di mm. 7, si vede che in un tratto il quale trovasi presso a poco ad egual distanza della curva nucale e dall'estremità dorsale della lamina cerebellare, l'epitelio della volta del rombencefalo si manifesta per un'altezza maggiore delle sue cellule, le quali appariscono nettamente cilindriche (Fig. 2).

Il fatto si trova molto più pronunziato in un embrione di 9 mm., ed a questo stadio si comincia a vedere l'epitelio stesso sporgere qua e là sotto forma di piccole ripiegature entro la cavità della vescicola, nel mentre che la pia madre soprastante

si mostra molto vascolarizzata ed il connettivo embrionale che è sopra ad essa presenta una quantità di vasellini a direzione perpendicolare alla superficie encefalica. Contemporaneamente l'estremo anteriore del tratto si presenta un po' infossato ed in corrispondenza di questa infossatura i vasi si presentano in maggiore abbondanza. — Apparisce il prolungamento.

In uno stadio più inoltrato (*cavia* mm. 11) là dove prima era il tratto descritto, si trova un prolungamento della meninge primitiva il quale sporge a guisa di cuneo nelle sezioni sagittali mediane. L'epitelio, nettamente cilindrico, si osserva in tutto il lato posteriore del cuneo stesso, mentre nell'anteriore cessa poco dopo l'apice. Inoltre la superficie epiteliale non è più liscia, ma trovasi ripiegata sopra altrettante propaggini a mo' di bottone del connettivo soprastante che sospinge la parete della vescicola (Fig. 11).

Questo prolungamento trovasi ora molto ravvicinato al cervelletto, e ciò dipende dallo sviluppo in dietro di questo, dal ripiegarsi del velo midollare posteriore che prima era sulla stessa linea della lamina cerebellare e che ora viene a trovarsi sotto a questa e volto in avanti a formare il fastigio, e dal pronunziarsi dell'angolo encefalico in questa regione.

A 14 mm. il prolungamento è ravvicinatissimo al cervelletto e le papille sono molto abbondanti (Fig. 12).

A questo punto i plessi coroidei sono già bene costituiti ed appariscono come prolungamenti della pia madre entro la cavità del mielencefalo, rivestiti da epitelio cilindrico semplice; ma di tela coroidea non si può ancora parlare giacchè questi plessi si trovano adesso dietro il cervelletto e non sotto questo, e dipendono quindi dalla meninge primitiva che riveste la volta del rombencefalo dietro la lamina cerebellare.

Allorchè la lamina cerebellare sviluppandosi di più esce di sotto al mesencefalo e il cervelletto sporge libero alla superficie, allora tutto il connettivo che era nell'angolo fra la prominenza nucale ed il mesencefalo, nel così detto *marsupium cerebri posterior* di Aeby, viene come suddiviso in due parti, e quella compresa fra la prominenza nucale ed il cervelletto forma a poco a poco la *tela coroidea* (Fig. 8 e 14). In un embrione di *cavia* di 58 mm. questa è già bene costituita (Fig. 15).

Un fatto degno di nota è che la primitiva conformazione

del prolungamento meningeo con l'epitelio e le papille più estesi nella superficie posteriore che nella anteriore, si è conservata sempre. Ed infatti, se si segue lo sviluppo, si vede che il prolungamento ha come girato su se stesso in avanti, divenendo da verticale orizzontale. La sua faccia anteriore, poco estesa, corrisponde al velo midollare posteriore col quale si continua il suo epitelio; l'apice si prolunga sotto forma di plessi nella cavità del ventricolo, i quali si spingono (Fig. 15) al davanti del velo midollare posteriore, mentre la faccia posteriore corrisponde alla tela coroidea che si forma, ed alla lamina coroidea epiteliale del quarto ventricolo.

Per molto tempo le papille si conservano scarse di vasi e presentano piuttosto l'aspetto del tessuto adenoide.

Singolare è poi la formazione della tela coroidea.

Negli embrioni di *cavia* di 24 mm. si vede in mezzo al connettivo che è fra la lamina cerebellare e la prominenza nucale uno straterello fibroso il quale sembra dipartirsi dalla dura madre che passa come un ponte sopra l'angolo encefalico, e va a raggiungere i plessi (Fig. 13).

Questo strato aumenta sempre più negli stadi successivi e viene a costituire una vera impalcatura fibrosa a sostegno della tela coroidea, ed è il vero primo abbozzo di essa (Fig. 14).

Esso perde in seguito il suo nesso con la dura madre ed in un embrione di 58 mm. rimane isolato da questa a formare da solo la lamina connettivale che costituisce la tela, mentre il connettivo circostante va cambiandosi in aracnoide (Fig. 15).

Cavità di Meckel e guaine de' nervi cerebrali. — Il ganglio semilunare si sviluppa in seno alla meninge primitiva e viene compreso fra il primo abbozzo della dura madre e l'abbozzo del cranio. Il tessuto durale, addensandosi all'intorno di esso forma una sorta di ricettacolo che è la *cavità di* Meckel.

Quanto poi ai nervi cerebrali, essi attraversano la meninge primitiva quando è tuttora indifferenziata, ed allorchè il differenziamento avviene, il tessuto durale si ispessisce attorno al nervo formandogli una guaina che l'accompagna naturalmente fino al forame di uscita, ove si confonde col periostio ingrossandolo alquanto.

Tutto ciò, come vedremo, è perfettamente uguale a quello che avviene per i gangli e per i nervi spinali.

Sviluppo delle meningi spinali.

Le meningi spinali si sviluppano dalla porzione più interna dei somiti mesoblastici. Affermato questo fatto da Kölliker, gli anatomici successivi non si occuparono che di determinare l'epoca nella quale le varie membrane di invoglio si osservano già formate. Però nemmeno questi studi furono condotti con ordine giacchè delle meningi fu sempre trattato incidentalmente, onde se qualche concetto è giusto, molti fatti o non sono messi in evidenza, o non sono spiegati, o esigono differente descrizione.

Vari sono i fattori che agiscono sullo sviluppo delle meningi spinali in modo da far prender loro una conformazione apparentemente diversa da quelle cerebrali, e questi sono: L'estendersi per gradi dall'avanti all'indietro della formazione vertebrale; il differente sviluppo della colonna vertebrale e della sua cavità rispetto a quello della midolla sia in larghezza che in lunghezza; la ragione meccanica dei movimenti che deve eseguire questa parte dello scheletro e che implicano una protezione tutta speciale degli organi in essa contenuti.

Le meningi spinali si sviluppano dalla porzione più dorsale del mesoderma parassiale. Esso segue la formazione della doccia e del tubo neurale spingendosi nelle *pieghe midollari* e formando infine un invoglio mesodermale completo alla midolla allorchè si è ricongiunto ventralmente a questa avvolgendo la notocorda, e dorsalmente costituendo la *membrana riuniente superiore di* Remak.

Volendo fare una omologia, esso non sarebbe che quello che nelle parti laterali del corpo forma il connettivo sotto cutaneo.

I fatti che mi accingo ad esporre, variano naturalmente un po' nelle singole regioni della colonna vertebrale, in ispecie per ciò che riguarda l'ordine cronologico. È per questo che volendo descriverli ordinatamente man mano che si manifestano nei singoli stadi di sviluppo, ho dovuto fissarmi più specialmente sopra una regione, ed ho scelta la dorsale.

In un embrione di *cavia* di mm. 3 e mezzo, una sezione fatta trasversalmente in un somito mesoblastico non mostra in questo

alcuna differenziazione. La membrana riuniente superiore non è ancora formata ed il foglietto cutaneo è qui addossato al canale midollare completamente chiuso. Pochi elementi mesodermali si trovano ventralmente fra questo e la notocorda.

L'invoglio mesodermale della midolla non apparisce completo che in un embrione di cavia di mm. 5, 5. Esso è costituito di connettivo embrionale senza traccia di differenziazione e solo gli elementi dello strato contiguo al tubo neurale tendono ad allungarsi nel senso della circonferenza di questo, e danno origine a qualche vasellino.

In un embrione di mm. 6,5 il mesoderma comincia ad ispessirsi attorno alla notocorda ed accenna all'abbozzo della cartilagine, il quale si fa sempre più distinto avanzandosi verso le parti laterali del tubo neurale negli stadi successivi di sviluppo. A 9 mm. l'abbozzo della cartilagine è ben manifesto, ed apparisce come una porzione di somito primitivo più compatto più denso, la quale però non abbraccia la midolla che anteriormente ed ai lati.

Fra esso e questa rimane un largo strato di connettivo embrionale il quale dorsalmente, dove l'abbozzo osseo cessa, si continua senza differenziazione istologica fino al foglietto cutaneo confondendosi lateralmente con il mesoderma circostante.

È questa la *meninge primitiva.* Contemporaneamente i vasi che sono comparsi nello strato contiguo alla midolla, aumentano ed entrano numerosi nella sostanza nervosa costituendo l'abbozzo della *pia madre.*

Procedendo lo sviluppo (*cavia* mm. 11) l'abbozzo vertebrale si fa sempre più netto, la pia madre si fa sempre più evidente per lo sviluppo dei vasi, ed il connettivo embrionale della meninge primitiva va divenendo mucoso.

A questo stadio di sviluppo si differenzia la *dura madre.* Il fatto si compie come per le meningi cerebrali, ma varia un po' nei vari animali, nelle singole porzioni della colonna vertebrale e nelle diverse parti di una stessa sezione.

In tesi generale si può dire che la dura madre si sviluppa, come per le meningi cerebrali, sotto forma di uno strato sottile che apparisce in mezzo alla meninge primitiva e che va rapidamente acquistando la struttura del tessuto fibroso.

Nella porzione dorsale di un embrione di pecora di 27 mm.

il fatto è già evidente; è poi straordinariamente manifestato in uno di 45 (Fig. 16 e 17).

Là dove l'abbozzo cartilagineo non si è ancora esteso, questo strato durale è ancora più evidente e circoscrive esso la cavità vertebrale (Fig. 16).

Nella *cavia* invece, lo strato di meninge che rimane fra l'abbozzo durale e l'abbozzo osseo è scarsissimo da principio, onde i due appariscono addossati ed il primo è differenziato dall'altro solo per i suoi elementi allungati e diretti trasversalmente. Esso però diviene distinto posteriormente, là dove cessa l'abbozzo delle ossa, e qui seguita segnando esso il contorno della cavità vertebrale e dividendo la meninge molle dal rimanente mesoderma dorsale. Sulla linea mediana esso è a contatto col foglietto cutaneo.

La pia madre si presenta più vascolarizzata in dietro dove è a contatto con la sostanza grigia.

Allorchè poi (*cavia* di 12 mm., pecora di 27) comincia ad apparire la cartilagine, allora l'abbozzo delle ossa diviene più netto e lo strato durale descritto si differenzia meglio.

Degno di nota è il fatto che lo strato durale esterno, cioè quello strato di connettivo che è interposto fra il primo abbozzo della dura madre e quello osseo, non è ugualmente distribuito. Esso abbonda molto più ventralmente e lateralmente, là dove si sviluppano i gangli spinali.

Procedendo lo sviluppo, la formazione durale segue per un certo tempo l'evoluzione della colonna vertebrale all'abbozzo della quale è aderente, nel tempo stesso che lo strato interno suo acquista sempre più una vera struttura fibrosa.

L'abbozzo osseo si estende in dietro addossandosi, per così dire, ad esso con l'interposizione di uno strato più o meno abbondante di connettivo che costituisce lo strato durale esterno.

Dove l'abbozzo cartilagineo non si forma, p. es. fra lamina e lamina, lo strato durale interno diviene più grosso.

A questo punto noi possiamo dire che la dura madre spinale si differenzia come quella cerebrale sotto forma di uno strato più denso in mezzo alla meninge primitiva. Essa è anche qui costituita da una lamina interna fibrosa che è quella ram-

mentata, e da uno strato esterno più lasso che la separa dalle ossa.

È evidente quindi che la dura madre non si sviluppa dall'abbozzo delle vertebre dal momento che la si trova a limitare la cavità vertebrale là dove il tessuto osteogeno non s'è ancora esteso, e là dove non si estenderà mai.

Ed insieme alla dura madre noi possiamo dire che a tali stadi di sviluppo tutte e tre le meningi si trovino perfettamente differenziate dal punto di vista istologico. La pia madre è stata la prima. L'aracnoide è rappresentata da quel tessuto che rimane interposto fra l'abbozzo durale e l'abbozzo piale.

Però per quanto differenziate istologicamente, le tre membrane non sono affatto staccate una dall'altra quindi non si ha alcuna traccia di spazi, nè si può ancora parlare di vera aracnoide.

Il distacco delle varie membrane si può dire che cominci all'epoca nella quale si inizia l'ossificazione e quando lo sviluppo della colonna vertebrale prende un forte vantaggio sopra quello della midolla.

In un embrione di *pecora* lungo 8 cm. ecco quanto si osserva:

Gli archi cartilaginei sono completi, e l'ossificazione è già cominciata. La dura madre è costituita da una lamina interna fibrosa e da uno strato esterno lasso il quale a contatto dell'osso si ispessisce notevolmente (Fig. 17).

Questo strato è più abbondante ventralmente dove però si presenta più compatto. In corrispondenza dei dischi intervertebrali diminuisce fortemente e diviene presto fibroso. Ventralmente poi si trovano in esso larghe cavità sanguigne le quali evidentemente non sono altro che i vasi che diverranno i così detti *seni rachidici.*

Sono cavità irregolari, a parete sottile e rivestita di endotelio ed a sezione allungata nel senso trasversale. Si trovano generalmente in numero di due e decorrono ai lati della porzione ventrale.

In corrispondenza dei dischi intervertebrali si fanno ancor più laterali e si trovano all'inizio del forame intervertebrale compresi fra la radice anteriore ed il disco.

La dura madre è quindi a questo stadio composta di tre strati: uno esterno fibroso addossato all'osso, uno medio lasso nel quale decorrono i vasi suddetti, ed uno interno pure fibroso. Lo strato fibroso esterno il quale non è altro che un periostio molto spesso, là dove manca la formazione ossea si ispessisce confondendosi con le parti della protovertebra rimaste membranose e sviluppatesi come ligamenti. In avanti poi si ispessisce notevolmente in corrispondenza del ligamento vertebrale comune dorsale che esso contribuisce a formare.

Là dove poi si formano i forami intervertebrali, questo strato si continua a rivestirli confondendosi all' orificio esterno col connettivo perivertebrale.

L'aracnoide si forma dal tessuto aracnoideo con lo stesso processo descritto per le meningi cerebrali.

Il tessuto aracnoideo, fin da principio poco abbondante, rimane aderente alla formazione durale quando questa, seguendo lo sviluppo preponderante della colonna vertebrale, si allontana dal midollo. Quando poi la dura madre a sua volta si addensa e diviene più decisamente fibrosa, allora il distacco si fa anche da questa parte, ed il tessuto aracnoideo si organizza sotto forma della membrana connettivale definitiva. A favorire questi distacchi certo concorre anche l'accrescimento in lunghezza della colonna seguìto, almeno nei primi tempi, dalla dura madre tuttora aderente alle ossa per il suo strato esterno, mentre la pia è tenuta fissa alla midolla dalle aderenze vascolari che ha contratto con essa (Fig. 17).

E qui cade in acconcio qualche osservazione circa il modo col quale i seguaci della scuola di Bichat descrivono l'aracnoide spinale.

Questa membrana, sviluppatasi nel mezzo di una massa connettivale, si è staccata da due membrane pure connettivali per spazi che si formano fra essa e queste, spazi, evidentemente sierosi.

Se si ammette la aracnoide sierosa, formata da due foglietti uno centrale libero ed uno parietale addossato alla dura madre, converrà ammetterne ancora un altro addossato alla pia madre o formato da essa, e quindi una aracnoide triplice, e due cavità sierose limitate dalla aracnoide propriamente detta a guisa di tramezzo. L'endotelio delle trabecole un tempo costi-

tuenti il tessuto aracnoideo, si è disteso sulle faccie corrispondenti delle tre membrane e sui setti che le uniscono.

Ultima questione da studiare nello sviluppo delle meningi spinali è il distacco della dura madre dalla parete vertebrale o, come altri dicono, la sua divisione in due lamine e la formazione dello spazio epidurale.

Anche qui i fatti per nulla differiscono da quelli osservati per le meningi cerebrali.

Abbiamo visto, nelle epoche embrionali più lontane la dura madre constare di uno strato interno più denso e di uno esterno più lasso nel quale si sviluppano e decorrono i vasi.

Nel cranio lo strato lasso diviene anch'esso a poco a poco fibroso tranne là dove diradandosi invece di più, dà origine al così detto *spazio epidurale* di alcuni autori.

Nella colonna vertebrale, allorchè avviene l'ossificazione e forse non indipendentemente dallo sviluppo che assume l'involglio osseo, esso si dirada fortemente nel mezzo mentre si addensa alla periferia, cioè in contiguità delle ossa. Si viene così a poco a poco a dividere in due strati.

Dallo strato esterno si origina il periostio del canale vertebrale e il ligamento vertebrale comune anteriore, continuandosi esso senza interruzione con le parti della protovertebra rimaste fibrose e sviluppatesi come ligamenti.

Dall'interno si origina la dura madre vera e propria. Dal medio lo spazio ed il tessuto epidurale ed i *tratti ligamentosi*.

Per questo modo di svilupparsi lo spazio epidurale è perciò anch' esso uno spazio sieroso negli animali nei quali il distacco delle due lamine durali è più completo. Ed infatti si ha anche qui un rivestimento endoteliale bene evidente.

In altri animali invece, come il *bue* e la *pecora*, il tessuto durale intermedio resta come connettivo lasso carico di adipe, e non si forma quindi un vero spazio epidurale.

In altri infine, come i pesci (*trygon*, *torpedo*), la dura madre non si stacca affatto dalla parete vertebrale cartilaginea e vi rimane a guisa di membrana fibrosa aderente, come è nei mammiferi fino a che l'abbozzo delle vertebre rimane cartilagineo. In questi animali le due radici dei nervi spinali attraversano

la dura madre e la cartilagine della vertebra per due forami distinti. Questa disposizione trovasi conservata in parte nei mammiferi, come la *pecora*, nei quali le due radici attraversano la dura madre anche a sviluppo completo per due forami distinti ed abbastanza lontani uno dall'altro, mentre trovasi ridotta allo stato di traccia nell'uomo, sotto forma di quel piccolo setto che divide i due forami di uscita.

Rapporto delle meningi spinali coi gangli e con le radici dei nervi. — La *cresta neurale* di Balfour dalla quale si sviluppano i gangli spinali, si spinge in mezzo alla meninge primitiva ancora indifferenziata, e lo stesso fanno le radici nervose.

Allorchè comparisce l'abbozzo delle ossa, essi vengono compresi fra questo ed il tubo midollare e, differenziandosi le meningi, essi conservano gli stessi rapporti.

Allorchè si forma la lamina durale interna, i gangli vengono compresi fra questa e il tessuto osteogeno nel mezzo dello strato esterno della dura qui molto abbondante e ricco di vasi e in corrispondenza del forame intervertebrale. In un embrione di pecora di 8 cm. si vede il ganglio sepolto in mezzo al connettivo che occupa lo spazio ove sarà poi il forame intervertebrale, e le due radici del nervo attraversano la dura madre che s'è differenziata attorno ad essa molto distanti una dall'altra, di modo che un largo tratto di lamina durale resta interposto fra i due forami (Fig. 18).

Lo strato durale interno, si forma e si addensa attorno alle radici e lo stesso fa quello esterno. Quando poi questo si dirada e si forma lo spazio epidurale, un po' di connettivo resta addosso alle radici, al ganglio ed al nervo, formando loro una sorta di guaina rivestita naturalmente di endotelio, la quale si continua con la lamina durale interna dove questa viene perforata dalle radici, e con quella esterna addossata all'osso, in corrispondenza del forame intervertebrale. Si forma cioè una specie di canale connettivale che comprende tutta la spessezza della dura madre primitiva. All'indentro della dura madre poi, le radici si trovano ad attraversare il tessuto aracnoideo e la pia, i quali pure all'epoca del differenziamento e del distacco forniscono loro il resto della guaina così detta aracnoidea o piale di alcuni autori.

A sviluppo completo, anche nella *pecora* lo spazio che intercedeva fra i forami per i quali le radici spinali attraversavano la dura madre, trovasi ad essere molto ridotto.

Prolungamenti delle meningi spinali. — Dei prolungamenti delle meningi spinali entro la midolla, quello che ha sollevato le controversie e le discussioni maggiori è stato il così detto *setto posteriore*.

Esso fu descritto da una quantità di anatomici come un vero e proprio prolungamento della pia madre che, intromettendosi in un solco posteriore ben delimitato, arrivasse fino alla commessura; fu da altri limitato in vario modo, da altri infine negato del tutto.

Allo stato attuale delle nostre conoscenze, noi ci troviamo di fronte a due fatti egualmente accertati ed inconfutabili.

Le ricerche di Bertelli [1] hanno messo in evidenza come il così detto *solco posteriore* non meriti tal nome che per la porzione sua più superficiale, mentre per il resto non è che rappresentato da una serie di forami vicini l'uno all'altro ed approfondantisi verso la commessura, separati da lacerti midollari; e come il sepimento meningeo sia costituito da una serie di lamelle connettivali che accompagnano i vasi scorrenti nei detti forami.

Nel tempo stesso, il metodo di Golgi applicato dopo le ricerche di Kölliker [2], Eichorst [3] e Loewe [4], da Lenhossek [5], Van Gehuchten [6] Retzius [7] e Cayal [8], ha fatto entrare gli anato-

---

[1] Bertelli D. — *Rapporti della pia madre con i solchi del midollo spinale umano.* Mem. della Soc. Tosc di Sc. Nat. vol. XII. Pisa 1893.

[2] Kölliker A. — *Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* Leipzig. 1879.

[3] Eichorst. — *Ueber die Entwicklung des Menschlichen Rückenmarkes und seiner formelemente.* Virch. Arch. 1875. Bd LXIV.

[4] Loewe L. — *Beiträge zur Anatomie und Entw. des Nervensystems der Saügethiere und des Menschen.* Leipzig. 1883.

[5] Lenhossek M. — *Zur Kenntnis der Neurolia des menschlichen Rückenmarkes* Ver. d. Anat. Gesell. München 1891.

[6] Van Gehuchten. — *Anatomie du système nerveux de l'Homme.* Louvain. 1897.

[7] Retzius F. — *Studien über Ependym und Neuroglia.* Biolog. unters. V, Stockolm. 1893.

[8] Ramon y Cayal. — *Contribucion al estudio de la estructura de la medula espinal.* Revista trim. de hist. norm. y pat. 1889.

Nuevas observaciones sobre la estructura de la medula espinal de los mammiferos. Barcelone 1890.

mici nel concetto che il così detto solco posteriore non sia che una porzione di midolla spinale occupata, non da elementi estranei alla midolla stessa, ma da prolungamenti di cellule ependimarie e da prodotti di modificazione di queste cellule, costituenti quello che LOEWE chiamò *filamento corneo posteriore*, e LENHOSSEK *cuneo ependimario*.

Come le due asserzioni possano stare insieme, merita che venga spiegato col soccorso della embriologia.

Lo sviluppo del così detto solco posteriore ha dato origine ad una ricca bibliografia, e lo stato della questione trovasi riassunto in questi termini nel trattato di QUAIN [1].

" È incerto se la scissura posteriore sia in parte formata dalla porzione dorsale del canale centrale obliteratosi, occupata da una emanazione della pia madre e convertita in un vero setto di connettivo, o se questa scissura col suo setto di connettivo si formi indipendentemente dal canale centrale che con l'estendersi della scissura si atrofizza grado a grado fino a che si converte nel tubo epiteliale rudimentale che persiste durante la vita ".

Propugnatori della prima teoria furono FORSTER e BALFOUR [2], della seconda: BIDDER e KUPFER [3], LUBINOFF [4], KÖLLIKER [5], WALDEYER [6], HERTWIG [7].

Oltre questi però, una serie di ricercatori, indirizzò i suoi studi a dimostrare come il così detto solco posteriore non sia che una porzione modificata della midolla spinale, e questi non parlarono di sepimento meningeo.

---

(1) QUAIN F. — *Trattato completo di anatomia umana.* Trad. Lachi. Milano.

(2) FORSTER M. und BALFOUR F. M. — *The Elements of Embryology.* 1874.
BALFOUR F. M. — *A Treatise on Comparative Embryology.* London 1880.

(3) BIDDER F. und KUPFER C. — *Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes und Entwicklung seiner formelemente.* Leipzig. 1857.

(4) LUBINOFF. — *Embryologische und hist. Unters. über das sympathetische und centrale cerebrospinal Nervensystem.* Virch. Arch. f. Phys. Bd. LX. 1874.

(5) KÖLLIKER A. — Loc. cit.

(6) WALDEYER W. — *Ueber die Entw. des Centralkanals im Rückenmarkes.* Virch. Arch. Bd. LXVIII, 1876.

(7) HERTWIG O. — *Trattato di embriologia dell' uomo e dei vertebrati.* Trad. Cioia. Milano.

Loewe [1], studiando i fatti nel coniglio, affermò che la porzione dorsale del canale centrale veniva obliterata per semplice accollamento delle sue pareti e che la fessura così formatasi veniva riempita da un fascio di fibrille, provenienti da trasformazione cornea delle cellule stesse dell'ependima venute a contatto, le quali andavano poi ad attaccarsi alla pia madre che riveste il solco posteriore.

Barnes [2] disse invece essere la riduzione del canale centrale e lo sviluppo delle colonne posteriori due fatti assolutamente indipendenti, ed essere invece i cordoni posteriori che sviluppandosi producono fra di loro la scissura posteriore che viene riempita dalle fibre derivate dalle cellule epiteliali del canale centrale.

Vignal [3] sostenne che la parete dorsale del canale centrale si obliterasse non per semplice accollamento delle cellule ependimarie, ma per attiva proliferazione di esse, onde lungo la linea mediana si forma, non una fessura, ma una sottile parete costituita dai prolungamenti delle cellule stesse, lungo la quale decorrono i cordoni posteriori separati l'uno dall'altro da prolungamenti della pia madre.

Robinson [4] confermò essere il così detto solco posteriore una porzione modificata della midolla, mentre il vero solco non è rappresentato che da una doccia transitoria prodotta dal rapido accrescimento dei corni posteriori e che viene subito a scomparire per lo sviluppo dei cordoni posteriori.

Prenant [5] considera perfettamente analoghi i due solchi anteriore e posteriore perchè ambedue costituiti da un solco superficiale e da un setto profondo interposto fra quello e il canale.

Le mie ricerche sopra embrioni di cavia mi hanno condotto ai seguenti resultati.

---

[1] Loewe L. — Loc. cit.

[2] Barnes. — *On the development of the posterior fissure* etc. (Proc. Amer. Accad. arts and sc. 1884.

[3] Vignal. — *Sur le dèveloppement des èlèments de la moelle des mammifères.* Arch. de physiologie 1884.

[4] Robinson A. — *The development of the posterior columns, of the posterior fissure, and of the central canal of spinal cord.* Studien in Anat. Owen's College. Vol. I, 1892.

[5] Prenant A. — *Éléments d'Embryologie de l'Homme et des Vertebrés.* Paris, 1896,

Nell'embrione di mm. 3 le due commessure, anteriore e posteriore, sono del tutto superficiali. La massa cellulare del tubo neurale è ancora indifferenziata e solo ai lati apparisce il rudimento dei cordoni. Il canale centrale ha la forma di una fessura sagittale.

Nell'embrione di mm. 5,5 cominciano ad apparire le colonne anteriori le quali sporgono subito in avanti onde la commessura viene ad infossarsi e si ha la prima apparenza del solco anteriore. A tale stadio tutta la porzione anteriore e laterale della midolla è rivestita di uno strato di sostanza bianca. La meninge primitiva riempie il primo abbozzo del solco anteriore. Il canale centrale, aperto in avanti, mostra subito dopo le sue pareti addossate; ed indietro, lo strato ependimario della commessura posteriore è sempre addossato alla meninge primitiva.

Mano a mano che lo sviluppo procede, le colonne ed i cordoni anteriori, sviluppandosi sempre più, producono un infossamento sempre maggiore della commessura anteriore, ed il solco si stabilisce nettamente, occupato da un prolungamento della meninge che contrae subito con la sostanza nervosa aderenze vascolari.

Lo stesso però non avviene per le colonne ed i cordoni posteriori.

Le osservazioni di HENSEN [1], HIS [2], BIDDER e KUPFER [3], CLARKE [4], FLECHSIG [5], EICHORST [6], KÖLLIKER [7], hanno dimostrato come la sostanza grigia del segmento posteriore della midolla spinale si differenzi in seno alla massa cellulare che attornia il canale centrale molto tardi, quando cioè la sostanza grigia e la sostanza bianca delle colonne e dei cordoni anteriori sono già bene costituite.

---

(1) HENSEN V. — Loc. cit.

(2) HIS. — *Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarkes und der Nervenwurzeln.* Abh. d. math-phys. Kl. d. k. Sächs. Ges. d. Wiss. Bd XIII, 1886.

(3) BIDDER und KUPFER. — Loc. cit.

(4) CLARKE J. L. — *Researches on the development of the spinal cord in Man, Mammalia and Birds.* Phylos. Trans. Royal. Soc. London, 1862.

(5) FLECHSIG P. — *Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen auf Grund entwicklungsgeschichtlicher.* Leipzig, 1876.

(6) EICHORST. — Loc. cit.

(7) KÖLLIKER. — Loc. cit.

Formandosi in tal modo le colonne posteriori, la massa cellulare stessa viene molto ridotta e ne resta solo una piccola quantità sotto forma di una specie di prolungamento dorsale dell'ependima corrispondente alle due pareti del canale venute a contatto, e costituente una specie di sepimento mediano che separa le colonne posteriori. La sostanza bianca segue naturalmente questa formazione.

Ed infatti, nell'embrione di mm. 6,5 i cordoni posteriori appariscono come due masse ellittiche situate ai lati ed un po' più anteriormente del rigonfiamento che presenta in dietro la massa cellulare ependimaria. Essi comunicano ampiamente coi cordoni laterali, ma cessano ben presto in dietro ove la commessura posteriore, del tutto superficiale, è addossata alla meninge.

Procedendo lo sviluppo la sostanza bianca aumenta anteriormente ed ai lati, e nello stesso tempo differenziandosi la pia madre, i vasi penetrano numerosi nella sostanza nervosa. Questo fatto si nota in ispecie dorsalmente ove la commessura posteriore è ancora in rapporto con la meninge. A poco a poco comincia a differenziarsi la sostanza grigia delle colonne posteriori, e lo strato ependimario ne rimane assottigliato e nello stesso tempo la sostanza bianca dei cordoni posteriori si estende sempre più dorsalmente.

Nell'embrione di 16 mm. la sostanza grigia ha preso il suo aspetto anche dorsalmente. All'indietro del canale centrale le due colonne posteriori si trovano separate da una specie di prolungamento affilato dell'ependima il quale però, apparentemente, non arriva più fino alla pia madre separatone dallo strato di sostanza bianca dei cordoni posteriori adesso ben manifesto.

Nelle sezioni trattate coi metodi comuni di colorazione, si vedono i cordoni dei due lati separati solamente nella linea mediana da sottili vasellini che, provenendo dalla pia madre, raggiungono l'ependima Se si tratta però questo embrione col metodo di Golgi si vede che lo strato bianco è attraversato nettamente ancora sulla linea mediana dai prolungamenti ependimari che raggiungono la meninge.

Procedendo ancora lo sviluppo (*cavia* 24 mm.) la sostanza bianca apparisce sempre più al lato interno delle colonne grigie posteriori approfondandosi per così dire dai due lati della linea

mediana verso il canale centrale. E con questo progredire dei funicoli posteriori anche il prolungamento ependimario sembra ritirarsi e raccorciarsi, e ciò apparisce co' metodi comuni di colorazione, ed è stato quello che ha potuto dare l'illusione che un vero solco si venisse in tal modo a formare.

Ma in realtà questo raccorciamento è solo apparente giacchè le fibre ependimarie, svelate dal metodo di Golgi, persistono sempre e, per quanto la sostanza bianca si sia per così dire sostituita alla massa cellulare primitiva, la porzione di questa destinata a dare origine agli elementi di sostegno è rimasta, ed ha conservato il nesso fra le due parti della midolla tanto nella porzione già invasa da funicoli posteriori, quanto in quello che è ancora sostanza grigia.

I vasi poi che fino da principio hanno attraversato questa linea mediana per raggiungere la sostanza grigia e l'ependima, allontanandosi queste dalla superficie posteriore della midolla, si allungano anch' essi per mantenersi in rapporto con le parti che sono destinati a nutrire.

Solo ad un' epoca molto avanzata di sviluppo, cioè nell'embrione di 30 mm., i cordoni posteriori sporgono un po' dorsalmente, ed allora quella che era la commessura posteriore primitiva si infossa alquanto e si forma un solco leggiero. Naturalmente la pia madre segue questa formazione per le aderenze che è venuta contraendo con la superficie della midolla spinale.

Nell'embrione di 40 mm. i fatti che si osservano sono i seguenti:

Sulla linea mediana andando dall'avanti all' indietro si trova: Il *solco mediano anteriore* occupato da un prolungamento meningeo evidentissimo; la *commessura anteriore* nella quale il metodo di Golgi rivela il *cono ependimario anteriore;* il *canale centrale* molto piccolo al quale fa seguito una specie di prolungamento cuneiforme ed assottigliato dell'ependima che si prolunga fino al limite al quale si sono estesi i funicoli posteriori. Viene poi una specie di sepimento fra questi funicoli di natura molto complessa.

Esso consta dei vasi che provengono dalla pia madre, del resto dei prolungamenti delle cellule ependimarie e dei tramiti ependimari e nevroglici che si sono stabiliti nel corso dello sviluppo fra le due pareti del canale centrale venute a con-

tatto, e che fanno di questo setto solo una porzione della midolla spinale nella quale non si sono formati gli elementi nervosi.

In ultimo si vede il solco posteriore molto corto ed occupato da un prolungamento della pia sotto forma di ripiegatura a cuneo che comprende dello scarso tessuto aracnoideo.

Col progredire ancora dello sviluppo i funicoli posteriori si estendono sempre più verso il canale centrale e la commessura posteriore diminuisce di altezza; contemporaneamente i prolungamenti ependimari vanno come osserva Van Gehuchten atrofizzandosi.

Due cose però vanno invece aumentando:

Da una parte gli elementi connettivali attorno ai vasi sotto forma di guaine e di connettivo di sostegno, dall'altra la nevroglia, onde, a termine di sviluppo, si vedono cellule di nevroglia occupare la linea mediana ed altre, laterali a questa, mandare i loro prolungamenti da una parte all'altra.

Nell'embrione umano di 18 mm. si vede il setto posteriore come l'ha figurato Retzius e occupato cioè dai prolungamenti ependimari ai quali però si aggiungono i vasi che scendono dalla pia madre (Fig. 20).

Nel feto a termine il metodo di Golgi mette invece in evidenza una quantità di cellule nevrogliche le quali occupano il setto ed incrociano i prolungamenti loro attraverso di questo (Fig. 21).

Da ciò risulta come sulla linea mediana posteriore non si abbia un solco, ma una porzione della midolla spinale nella quale non si trovano elementi nervosi sibbene solo elementi di sostegno.

E questo spiega ancora come il sepimento meningeo posteriore trovisi nell'adulto costituito da due porzioni ben distinte. Una più superficiale, la quale merita invero il nome di prolungamento, che è accolta nel vero solco, e che è costituita dalle due lamine piali convergenti a forma di cuneo e separate da lasso tessuto aracnoideo attorniante i vasi; una profonda, la quale non è costituita altro che da trabecole e lamelle connettivali incrociantisi a sostegno dei vasi che penetrano profondamente, dipartendosi insieme ad esse dall'apice del cuneo piale.

CONCLUSIONI.

Le meningi provengono tutte dalla *meninge primitiva*. Questa è uno strato di connettivo embrionale il quale, allorchè lo strato osteogeno si differenzia in seno alla capsula mesodermale che involge i centri nervosi, rimane fra questi e quello.

La pia madre si differenzia per la prima ed è caratterizzata dai vasi che si formano a ridosso della parete neurale.

La dura madre si sviluppa in seguito con un abbozzo duplice rappresentato da uno strato che diviene subito più fibroso nel mezzo della meninge primitiva e da un altro più lasso che rimane interposto fra questo e lo strato osteogeno.

Nel cranio questi due abbozzi danno rispettivamente origine ai due strati della dura madre; nella colonna vertebrale l'esterno o si dirada tanto da produrre lo spazio epidurale, o dà origine al connettivo lasso e adiposo che si trova in quella regione. Una parte di esso, addensandosi a contatto delle vertebre, costituisce lo strato esterno della dura madre dell'adulto.

L'aracnoide proviene dalla porzione di meninge primitiva interposta fra l'abbozzo durale e l'abbozzo piale.

Nel cranio essa si distacca solo da parte della dura madre per l'organizzazione fibrosa che assume questa membrana, e si produce lo spazio subdurale, mentre rimane aderente alla pia per tessuto connettivo lasso (tessuto aracnoideo) o per sepimenti circoscriventi più ampie cavità (cavità aracnoidee). Nella colonna vertebrale prima si distacca dalla pia, aderente alla superficie della midolla perchè segue la dura madre la quale a sua volta segue l'osso nel suo sviluppo preponderante; poi si distacca anche da questa per la stessa ragione sopra esposta, e si organizza sotto forma di una membrana isolata, dando origine ad un solo grande spazio (subaracnoideo) invece che ad una serie di cavità confluenti.

La pia madre entra nei grandi solchi primari perchè si differenzia *in situ* dalla meninge primitiva che è penetrata in essi; in quelli che si formano dopo per le aderenze contratte con la superficie nervosa.

I seni della dura madre non sono altro che vene della me-

ninge primitiva le quali vengono incluse nella formazione della dura madre e precisamente nello strato esterno di questa, come le vene diploiche in quella dell'osso e le epicerebrali in quella della pia madre. Le vene rachidiche dal punto di vista del loro sviluppo sono perfettamente omologhe ai seni cerebrali.

I prolungamenti delle meningi cerebrali sono rappresentati nell'embrione da altrettanti prolungamenti della meninge primitiva. Questi prolungamenti danno più specialmente origine alle meningi molli dei solchi rispettivi, mentre il prolungamento durale per molto tempo non è rappresentato che dall'angolo che fa nel solco lo strato interno della dura madre avvolgendo i seni e che si svilupperà più tardi in modo tutto particolare.

La gran falce del cervello si sviluppa da quella sporgenza che fa l'abbozzo interno della dura madre contornando il seno sagittale superiore. Questa sporgenza si cambia nel seguito dello sviluppo in una vera piega la quale si approfonda fino a raggiungere il seno sagittale inferiore mentre le sue due pareti e il tessuto interposto si cambiano in un' unica lamina fibrosa.

Il tentorio embrionale è rappresentato da quel prolungamento della meninge primitiva che entra sotto forma di lamina fra il telencefalo e il diencefalo, e nella periferia del quale scorre il seno trasverso.

La porzione più profonda di esso dà origine alla tela coroidea superiore. La più superficiale accoglie un prolungamento della dura madre sotto forma di piega che si manifesta all'indietro del seno trasverso e migra con questo posteriormente allungandosi fino a prendere la sua conformazione e la sua posizione definitive.

Lo sviluppo dimostra come il seno retto non venga compreso nel tentorio che si forma dietro ad esso, ma piuttosto nella falce.

Il diaframma dell'ipofisi è pure costituito da una piega trasversale della dura madre la quale si solleva nel *pilastro di* Rathke; la faccia anteriore di questa piega si incava per accogliere l'ipofisi, e sporge al di sopra di questa a guisa di tetto.

La tela coroidea del 4.° ventricolo si forma molto più tardi dei plessi, da un leggiero ispessimento fibroso il quale si stabilisce

nel connettivo situato nell'infossamento che sopporta i plessi stessi. Questi, alla loro volta, si sviluppano molto lontani dal cervelletto e la loro situazione definitiva è dovuta all'evoluzione delle parti circostanti dell'encefalo.

Dei prolungamenti delle meningi spinali, il sepimento anteriore si sviluppa dal prolungamento della meninge primitiva che si è spinto nel solco.

Il posteriore è superficialissimo e si sviluppa molto tardi, come una vera ripiegatura della pia madre già differenziatasi ed aderente alla superficie spinale. Quello descritto come la parte più profonda del prolungamento è costituito solo dai vasi che si dipartono dall'apice della ripiegatura per raggiungere la sostanza grigia, accompagnati da poco connettivo perivasale, attraversando il *setto posteriore* il quale è costituito da una porzione della midolla nella quale non sono elementi nervosi ma solo elementi di sostegno.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

C — Cute.
CR — Cranio.
DME — Strato esterno della dura madre.
DMI — Strato interno » » »
PM — Pia madre.
TA — Tessuto aracnoideo.
A — Aracnoide.
T — Telencefalo.
D — Diencefalo.
M — Mesencefalo.
SLS — Seno longitudinale superiore.
ST — Seno trasverso.
SR — Seno retto.
F — Falce del cervello.
TC — Tentorio del cervelletto.
CB — Cervelletto.
FS — Scissura longitudinale.
SS — Sutura sagittale.
PR — Pilastro di Rathke.
ADM — Abbozzo della dura madre e del diaframma dell'ipofisi.
IP — Ipofisi.
IPC — Abbozzo del lobo posteriore dell' ipofisi.
IPF — Abbozzo del lobo anteriore dell'ipofisi.
DI — Diaframma dell'ipofisi.
AB — Arteria basilare.
NC — Notocorda.
MP — Meninge primitiva.
VMA — Velo midollare anteriore.
VMP — » » posteriore.
APC — Primo abbozzo dei plessi coroidei del 4.° ventricolo.
PC — Plessi coroidei del 4.° ventricolo.
TC — Tela coroidea del 4.° ventricolo.
MS — Midollo spinale.
CV — Cartilagine vertebrale.
VR — Seni rachidici.
DMP — Strato periferico del foglietto esterno della dura madre che diventa fibroso in contiguità dell'abbozzo osseo.

O — Processo d'ossificazione delle vertebre.
L G — Ligamento fra le lamine.
R A — Radice anteriore dei nervi spinali.
R P — » posteriore.
G S — Ganglio spinale.
C C — Canale centrale.
P P M — Prolungamento della pia madre nel solco posteriore della midolla spinale.
S P — Setto posteriore della midolla spinale.
S L P — Solco posteriore della midolla spinale.
C P — Cordoni posteriori.
E — Ependima.
C E — Cellule ependimarie.
F E — Prolungamento delle cellule ependimarie (cono ependimario posteriore).
C N — Cellule di nevroglia.

Le figure sono state disegnate col microscopio di Hartnak. Obiett. 4, ocul. 1, ed alcune, in seguito, alquanto rimpiccolite.

Fig. 1. Sezione sagittale mediana della testa di un embrione di *cavia* lungo mm. 20 in corrispondenza del solco che a tale stadio di sviluppo rimane fra telencefalo (T) e mesencefalo (M).

L'abbozzo del cranio (C) limita esternamente la meninge primitiva e la pia madre (P M) s' è differenziata nello strato più interno. L'abbozzo della dura madre è rappresentato dallo straterello D M I e dallo strato di tessuto interposto fra questo e il cranio (D M E). L'aracnoide è rappresentata dallo strato T A.

Nello strato esterno della dura madre sono comprese le vene che diventeranno il seno longitudinale superiore (S L S) ed il seno trasverso (S T); nel tessuto aracnoideo, il seno retto (S R).

» 2. Sezione c. s. di un embrione di *cavia* di mm. 24. Lo strato esterno della dura madre comincia a divenire fibroso, ed il tessuto aracnoideo, lasso. La dura madre contornando il seno trasverso, sporge alquanto nel solco e costituisce l'abbozzo del *tentorio*.

» 3. Sezione frontale della testa di un embrione di *cavia* di mm. 24 attraverso l'estremità posteriore degli emisferi. Gli abbozzi delle 3 membrane si vedono distintamente.

» 4. Sezione c. s. di un embrione di *cavia* di mm. 25 verso la metà degli emisferi. Lo strato interno della dura madre sporge nella scissura sagittale a costituire l'abbozzo della *falce del cervello*.

Fig. 5. Sezione c. s. di un embrione di *cavia* di mm. 58. La falce seguita a svilupparsi sotto forma di una piega dello strato durale, che si approfonda nel tessuto aracnoideo della scissura (F).

» 6. Sezione sagittale mediana della testa di un embrione di *cavia* di mm. 58. L'abbozzo del tentorio (T) si sviluppa, sotto forma di piega dello strato durale, al di dietro del seno trasverso (ST) e del seno retto (SR). L' ossificazione del cranio è già avanzata.

» 7. Sezione sagittale mediana del pilastro di Rathke di un embrione di *cavia* di mm. 6. L' abbozzo dell' ipofisi sporge nella meninge embrionale e questa forma al di sopra di esso una specie di sprone nel quale è l'abozzo del diaframma (A D I).

Fig. 8. Sezione c. s. della regione del pilastro di Rathke di un embrione di *cavia* di mm. 20. La dura madre si spinge nel pilastro e si ripiega al di sopra dell'ipofisi formandole il diaframma (DI). Il pilastro di Rathke è in piena involuzione.

» 9. Sezione c. s. di un embrione di *cavia* di mm. 36. Il tessuto connettivo interposto fra le due lamine del diaframma, è divenuto anch'esso fibroso non permettendo più di distinguerle.

» 10. Sezione sagittale mediana della testa di un embrione di *cavia* di mm. 7. Molto indietro della lamina cerebellare si vede l'epitelio cilindrico dell'abbozzo dei plessi coroidei.

» 11. Sezione c. s. di una *cavia* di mm. 11. Comparisce il prolungamento meningeo dei plessi coroidei.

» 12. Sezione c. s. di una cavia di mm. 14. Il prolungamento dei plessi coroidei si trova molto ravvicinato al cervelletto e più sviluppato.

» 13. Sezione c. s. di una *cavia* di mm. 24. Il cervelletto sporge alla superficie dell'encefalo e comparisce l'abbozzo della tela coroidea (TC).

» 14. Sezione c. s. di una *cavia* di mm. 36. I fatti esposti sopra si rendono più evidenti e nel tempo stesso apparisce ciò che diventa il *tentorio di* Kölliker.

» 15. Sezione c. s. di una *cavia* di mm. 58. La tela coroidea (TC) è pienamente sviluppata, ed il *tentorio di* Kölliker ha dato origine alla pia madre ed all'aracnoide delle regioni encefaliche respettive.

» 16. Sezione trasversa al principio della porzione dorsale di un embrione di *pecora* di mm. 27. Gli archi vertebrali cartilaginei (CV) sono incompleti nel terzo posteriore. La dura madre è differenziata ed il suo strato interno, forma in dietro da solo il limite della cavità vertebrale. Lo strato esterno abbonda ventralmente dove racchiude le vene rachidiche (SV), scarseggia ai lati, e si continua sino alla cute dorsalmente. La pia madre è differenziata, e fra essa e la dura è il tessuto aracnoideo (TA).

» 17. Sezione c. s. alla fine della porzione cervicale di un embrione di *pecora* di cm. 8. Gli archi cartilaginei sono completi ed in essi comincia l'ossificazione (O). La sezione, un po' obliqua, lascia vedere dorsalmente l'arco cartilagineo interrotto da tessuto fibroso il quale è il ligamento interlaminare (LG). Si vede la dura madre confondersi con questo. Lo strato esterno della dura è addensato a contatto dell'osso. L'aracnoide è quasi completamente distaccata.

» 19. Sezione trasversa della porzione dorsale della midolla spinale di un embrione di *cavia* di mm. 40. La pia madre si infossa nel solco posteriore e termina nettamente, non essendo la sezione caduta in corrispondenza di uno dei vasi che da essa si dipartono.

» 20. Schematizzata dalla sezione trasversa del midollo spinale di un embrione umano di mm. 18 trattato col metodo di Golgi, e rappresentante il setto posteriore. Si vedono i prolungamenti ependimari che percorrono sagittalmente il setto.

» 21. Come sopra da un feto umano a termine. Si vedono le cellule di nevroglia incrociare i loro prolungamenti attraverso il setto, ed alcune occupare il setto stesso, spingendo i loro prolungamenti lungo questo.

PROF. G. RISTORI

RESTI D'ORSO NEL QUATERNARIO DI PONTE ALLA NAVE

(DINTORNI D'AREZZO)

NOTA PALEONTOLOGICA

La straordinaria quantità dei resti fossili di *Ursus spelaeus*, che fino ad ora sono stati trovati in Italia e fuori, ed i molteplici studi che li hanno illustrati pongono in chiaro che questa singolarissima specie, così nettamente distinta da tutte le altre fossili e viventi, nella sua evoluzione nel tempo e nello spazio mantenne il carattere polimorfo tipico della famiglia degli ursidi. Questo dà ragione delle varietà che furono successivamente distinte e distaccate dalla specie *U. spelaeus* ROSENMÜLLER (1).

La formula dentaria del tipico orso delle caverne è la seguente $I\frac{3}{3}\ C\frac{1}{1}\ P\frac{1}{1}\ M\frac{2}{3}$, per la quale questa specie si discosta più di tutte le altre viventi e fossili dalla tipica formula dentaria della famiglia che è la seguente $I\frac{3}{3}\ C\frac{1}{1}\ P\frac{4}{4}\ M\frac{2}{3}$. Altri caratteri dentari, fra cui primeggia la singolare robustezza dei canini, concorrono insieme ad alcune particolarità anatomiche delle ossa faciali e craniensi non che di quelle del tronco e degli arti, a distinguere l'orso speleo tipico (2). Non è però qui il caso di tornare ad enumerare e discutere i caratteri anatomici dello scheletro del vero *Ursus spelaeus* e tanto meno studiarne comparativamente il loro valore e la loro costanza. A questo occorrerebbe un ben più ricco materiale di quello che ho potuto avere a mia disposizione; giacchè l'argomento, per

(1) *Ooss. fossil Animal.* p. 18 (1794).
(2) ISSEL. — *Liguria geologica e preistorica.* Vol II, pag. 273.

quanto tuttora interessante e degno di studio ulteriore, è stato discusso con molta competenza da molti fra cui ricorderò il Trutat [1] che fece uno studio dei crani d'orsi fossili delle caverne dei Pirenei, il Newton [2], l'Owen [3] e fra gl'italiani lo Strobel, l'Issel ed altri ancora, che si sono più o meno diffusamente occupati di speleologia italiana. Lo scopo di questa semplicissima nota è l'illustrazione di una branca mandibolare di orso ultimamente ritrovata nel quaternario di Ponte alla Nave presso Arezzo e conservata nel Museo dell'Accademia del Poggio in Montevarchi; giacchè l'orso non era stato ancora indicato nella fauna mammologica quaternaria dei dintorni della città suddetta e della pianura, pure quaternaria, della Chiana.

Abbiamo già indicata la tipica formula dentaria dell'*Ursus spelaeus*, la quale ha costanza abbastanza notevole; tantochè qualcuno si è creduto autorizzato ad escludere da quella specie tutti i resti di *Ursus* che non la presentassero tale. L'esame però più accurato del molto materiale ritrovato in Italia, in Francia, in Germania, in Inghilterra ed in altre località europee ed anche estraeuropee, ha fatto concludere che la riduzione della formula dentaria degli ursidi, che appunto consiste nella scomparsa di tutti i premolari meno del quarto, non è carattere assoluto dell'*U. spelaeus;* ma che esistono individui riferiti e giustamente riferibili a quella specie, i quali presentano conservati due premolari invece di un solo. La ricomparsa del primo premolare gemmiforme per correlazione di sviluppo fa logicamente supporre che in questi individui la formula dentaria dovesse essere la seguente $I\frac{3}{3}\ C\frac{1}{1}\ P\frac{2}{2}\ M\frac{2}{3}$ Del resto se questa ricomparsa si limitasse alla mandibola sarebbe piuttosto a considerarsi come carattere atavico, non avrebbe nessuna correlazione, nè potrebbe ritenersi modificata o modificabile la formula dentaria tipica dell'*U. spelaeus*. D'altronde l'incostanza e la caducità più o meno precoce dei premolari anteriori gemmiformi negli orsi viventi e

---

[1] *Étude sur la forme génerale du crane chez l'ours des cavernes.* Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de Toulouse, Tom. I, pag. 67, Toulouse 1867.

[2] *The Vertebrata of the Forest Bed series of Norfolk and Suffolk.* Mem. of the Geol. Surv. England. and Wales. London 1882.

[3] *A History of Bristish foss. Mammals and Birds.* pag. 77 e seg. London 1846.

fossili è cosa troppo frequente e troppo nota, per modo che toglie molto valore al carattere dentario dei premolari e persuade ad essere molto cauti nel fondare conclusioni e determinazioni specifiche esclusivamente sul numero di questi denti che si presentano sempre incompletamente sviluppati o precocemente caduchi.

Mi sono alquanto soffermato a richiamare l'attenzione sul relativo valore della formula dentaria dell' *U. spelaeus* e sulla presenza od assenza di qualche premolare gemmiforme, perchè la branca mandibolare che mi accingo ad illustrare in questa nota presenta un alveolo, in cui probabilmente doveva essere impiantato il primo premolare gemmiforme, più prossimo al canino. Questo fatto indurrebbe a credere che l'individuo a cui appartenne quella branca mandibolare, o presentava carattere atavico, oppure la sua formula dentaria era la seguente $I\frac{3}{3}\ C\frac{1}{1}\ P\frac{2}{2}\ M\frac{2}{3}$, la quale formula sarebbe quella ritenuta dalla maggior parte degli autori più propria o per lo meno più frequente nell' *U. priscus;* se pure questa specie deve ritenersi buona oppure sinonima dell' *U. horribilis* (1). Ad ogni modo conviene far notare come alcuni paleontologi abbiano indiscutibilmente ritenuto che la formula dentaria del vero *U. spelaeus* non aveva presente che un solo premolare il quarto. Il TRUTAT (2) stesso mentre ritiene che la costante assenza dei piccoli premolari sia carattere invariabile dell'orso delle caverne; crede per contro che la loro presenza nell' *U. priscus* sia un fatto puramente accidentale ed anormale. Del resto in Italia (3), in Inghilterra (4) ed altrove sono stati ascritti all' *U. spelaeus* od a varietà presunte di quella specie individui che avevano alveoli di piccoli premolari o premolari gemmiformi nella mandibola, come è il caso dell'esemplare fossile qui preso in esame. D' altra parte furono ascritti alla presunta specie *U. priscus* GOLDF. individui in cui era solo presente il quarto premolare.

Non intendo qui discutere le conclusioni di studi comparativi

---

(1) LYDEKKER. — *Catalogue of the fossil Mammalia in the Brit. Museum.* Part. I, pag. 166. London 1885.

(2) Op. cit., pag. 84.

(3) ISSEL. — *Liguria geologica e preistorica.* Vol. II, pag. 277.

(4) NEWTON — Op. cit., pag. 5-16, Pl. I, fig. 2

più o meno completi ed estesi; vedrei però molto volentieri ripreso questo esame con materiale abbondante e relativamente completo con cui si potesse estendere lo studio non solo alle mascelle, alle mandibole, ai denti e alle ossa del cranio e della faccia, ma eziandio a quelle di tutto il resto dello scheletro. Io non mi trovo nelle fortunate circostanze di avere un materiale abbondante e completo come il caso richiederebbe; per cui mi limito ad alcune poche osservazioni che riassumo brevemente. La presenza dei piccoli premolari è tutt' altro che frequente nell' *U. spelaeus* e quasi sempre negli individui, in cui fu notata si unisce ad altri caratteri scheletrici che per la loro posizione topografica potrebbero ritenersi correlativi, come p. es., la maggiore lunghezza della porzione orizzontale delle branche mandibolari di fronte alla loro riduzione in altezza e spessore, la minore robustezza del canino inferiore e finalmente il maggiore sviluppo della sutura sinfisaria. Oltre a questi caratteri secondo me più direttamente connessi colla presenza di qualche premolare in più, altri caratteri sono stati osservati nelle ossa faciali e craniensi della presunta specie *U. priscus;* quali sarebbero, il minore sviluppo ed accentuazione della cresta sagittale ed il minore pronunziamento delle gobbe frontali. Dall' insieme di questi caratteri differenziali risulterebbe che l' *U. priscus* presenterebbe muso più lungo e mascelle meno robuste di fronte al vero *U. spelaeus,* il quale avrebbe testa più tozza o meglio ossa craniensi e faciali più robuste e più sviluppate nei diametri trasversali. Del resto conviene notare come da alcuni degli autori citati quei singoli caratteri siano ritenuti caratteri giovanili ed anche di sesso.

Fatte così di passaggio queste considerazioni e richiamate alla memoria le varie opinioni non mi resta che descrivere anatomicamente la branca mandibolare ritrovata a Ponte alla Nave. L'esemplare sfortunatamente è molto incompleto ed alterato nella forma e nelle respettive dimensioni da una notevole degradazione meccanica; essendo stato il fossile ritrovato in mezzo alle ghiaie. Oltre a ciò sulla superficie dell' osso si scorgono numerose traccie di degradazione chimica, dovuta all' acque meteoriche. Tutto questo ci dispensa da figurare un resto così incompleto e guasto essendo in esso per fino assenti tutti i denti meno che una porzione del canino. Del resto dal-

l'insieme si riconosce benissimo e senza dubbio che quella branca mandibolare doveva appartenere ad uno dei tipi dei grossi orsi, che vissero nel quaternario. La formula dentaria poi unitamente alle dimensioni di questa branca ed ai caratteri del processo coronoideo non che ad altri che faremo notare, con dettaglio, nella descrizione anatomica, ci fanno ritenere che essa debba essere riferita all' *U. spelaeus* o all' *U. priscus,* se pure quest'ultima specie ha ragione di essere conservata e distinta ad onta della polimorfia individuale, che fu riscontrata nell'orso delle caverne, il quale diffusissimo nel quaternario era rappresentato da molte razze varie per sviluppo e necessariamente varie per ragioni di adattamento.

La nostra branca mandibolare è la sinistra, è notevole la lunghezza della sua porzione orizzontale appetto al ridotto spessore ed all' altezza. Questo carattere è forse reso più appariscente dagli effetti della degradazione. Ad onta di ciò si scorge una singolare particolarità che è la seguente: la cresta che fa sempre seguito al processo pterigoideo dista assai dal margine inferiore della branca, per cui non sembrerebbe che l'osso sia stato da questo lato molto consumato dalla degradazione chimica e dal rotolamento. Osservazione consimile è da farsi per i bordi dentari i quali per quanto si presentino molto arrotati e smussati, pure, conservandosi negli alveoli dentari molta profondità, non può di conseguenza ammettersi una notevole esportazione dell' osso dentario. Oltre a ciò il rilievo costoloso dello spigolo anteriore del processo coronoide, che press' a poco segna il confine fra l'osso dentario ed il corpo orizzontale della branca, dista assai dagli orli alveolari. Da tutto ciò sembra evidente che lo sviluppo in altezza della porzione orizzontale della branca, anche allo stato di integrità, non dovesse essere molto notevole, ma piuttosto ridotto. Simile particolarità fu notata nelle branche mandibolari del presunto *U. priscus* ed anche in alcune di *U. spelaeus* pertinenti a giovani individui, come può riscontrarsi esaminando parecchi esemplari provenienti dalle caverne ossifere di Liguria e di Toscana, che abbastanza abbondanti abbiamo qui nel nostro Museo di Firenze. A questo proposito però conviene notare che la branca di Ponte alla Nave non ha nessun carattere giovanile ed appartiene evidentemente ad un individuo bene adulto se non vecchio; per cui in essa

persisterebbe il carattere giovanile surricordato a rendere relativamente esile la branca ed a farne risaltare vie più il suo sviluppo longitudinale. Questo carattere unitamente alla relativa brevità dello spazio occupato dalla serie dei molari ed alla notevole distanza (diastema) fra il quarto premolare ed il canino, mi sembrano particolarità abbastanza importanti, le quali se non altro mostrano che questo tipo o razza di *U. spelaeus* non ha per ora riscontri nei resti trovati in Italia e studiati diligentemente dall' Issel e da tanti altri che si sono occupati e stanno occupandosi di speleologia. A questi caratteri più o meno importanti vanno altresì unite particolarità singolari riscontrate anche nei nostri orsi delle caverne; fra queste primeggia, come già accennai, la presenza di due premolari invece di uno ed in seconda linea abbiamo che l' alveolo dell' ultimo molare interessa nella sua metà posteriore lo spigolo del margine dell' apofisi coronoide, lasciando così che i due molari anteriori primo e secondo possano assumere un notevole sviluppo in lunghezza, ad onta dello spazio relativamente ridotto in lunghezza, occupato dai molari veri. Altre notevoli particolarità sono: l'ampiezza e la disposizione dei fori mentonieri e del foro dentario, la piccola distanza che il primo di essi presenta dalla base del canino, e la forma alquanto schiacciata dal canino, la cui corona assume uno sviluppo anteroposteriore assai notevole. Ma veniamo finalmente alla descrizione anatomica particolareggiata di quello che è veramente visibile nel resto fossile qui esaminato.

La branca mandibolare è quella del lato sinistro e doveva appartenere ad un individuo completamente sviluppato. L'osso dentario nella faccia esterna è assai sviluppato in altezza ed è confinato da un rilievo osseo, che movendo dal margine dell' apofisi coronoide va a far capo alla linea mediana dell' alveolo del canino, che stante l'asportazione dell' osso si presenta scoperto. La convessità di questa faccia esterna apparisce nel nostro esemplare poco notevole; ma questo è forse da attribuirsi alla corrosione sofferta dal fossile, la quale ha agito preferibilmente sulle parti più sporgenti. Del resto il margine inferiore si presenta assai spesso e disegna una linea quasi orizzontale e leggermente convessa all' esterno. La superficie sinfisaria è incompleta ed in parte manca affatto; essa però determina, col

suo andamento, una curva a lungo raggio e si mostra gradatamente sfuggente all'indietro. La superficie di sutura è corrosa. Il margine dentario, per quanto degradato, fa una linea quasi retta, che si rialza leggermente in corrispondenza del quarto premolare, come comunemente succede nell' *U. spelaeus* tipico. Lo spazio fra questo premolare ed il canino è alquanto acuminato, diritto e con leggiera divergenza all'esterno, presso il bordo alveolare del primo premolare. L'alveolo di questo dente, mancante come tutti gli altri nel nostro esemplare, sembrerebbe a prima vista molto addossato al canino, ma considerando che la porzione alveolare di quest'ultimo dente è stata in gran parte asportata, ad osso integro e ad integro alveolo, questo primo premolare doveva presentarsi assai discosto dalla base del canino da ridurre notevolmente lo sviluppo del diastema fra detto premolare ed il quarto.

L'altezza dell'osso che costituisce la porzione orizzontale della branca dissi già come non fosse molto notevole, astrazion fatta dalla diminuzione che può avere subìta per la degradazione sofferta. Il margine inferiore di questa porzione orizzontale, posteriormente e sulla linea del processo coronoide si incurva con notevole convessità all'infuori e poco si deprime introflettendosi, per dare sviluppo ed inizio al processo o apofisi pterigoide anteriore. La smussatura del bordo posteriore surricordato si accentua oltre a detta apofisi pterigoide anteriore per dare appunto inizio a quella posteriore, che sfortunatamente non è conservata nel nostro esemplare. Anche il condilo che sussegue in alto all'apofisi è assente, è solo visibile la sua larga e robusta base d'impianto. Da tutto ciò consegue che è giuocoforza, per la mancata conservazione, trascurare la descrizione delle parti posteriori del processo coronoide.

Nell'insieme però il processo coronoide si presenta notevolmente sviluppato in larghezza, raggiungendo quella degli individui più sviluppati della specie *U. spelaeus*. La fossa esterna è relativamente molto incavata e molto profonda ed il bordo anteriore ne risalta assai formando una rilevata costola che si continua e si anastomizza con quella che circonda la fossa ed inizia l'andamento del processo pterigoide posteriore. Il bordo anteriore del processo coronoide scende quasi perpendicolarmente sull' osso dentario per cui la cresta di detto processo doveva

mantenersi larga assai anche in alto, molto più che il bordo posteriore al pari dell'anteriore è retto e assai divergente anche nella sua porzione più alta. La rottura però della cresta ci impedisce di apprezzare le due curve di convergenza dei detti bordi e l'altezza medesima del processo coronoide.

La faccia interna di questa branca mandibolare si presenta più corrosa e degradata dell'interna; anteriormente la sutura sinfisaria è asportata fino a lasciare scoperta una buona parte della robusta radice del canino. Ricostruendo mentalmente questa parte, la sutura sinfisaria, piuttosto ridotta in altezza, apparisce notevolmente sviluppata nel senso antero-posteriore e più sfuggente che nel tipico *U. spelaeus*. La superficie interna di questa branca è quasi pianeggiante; però deve notarsi che avendovi notevolmente agito la corrosione è probabile che sia scomparsa la sua costante e leggiera concavità. Essa superficie però si deprime in prossimità del diastema fra il primo ed il quarto premolare; mentre è rigonfia lungo l'osso dentario e per tutta l'altezza di quest'osso in corrispondenza dello spazio occupato dai molari veri. Sulla linea dell'apofisi coronoide notiamo, come nel tipico orso delle caverne, una leggiera depressione e nel suo bordo un rilievo che inizia l'apofisi pterigoide anteriore, la cui notevole sporgenza contrasta colla ridotta superficie d'attacco dei muscoli. Al davanti di detta apofisi abbiamo una convessità del bordo inferiore del corpo della branca, di contro ad un incavo che si scorge prima di giungere alla base dell'apofisi pterigoide posteriore. Il processo pterigoide, giudicando dall'andamento relativamente poco convergente dei suoi bordi anteriore e posteriore, doveva essere piuttosto alto, quanto negli individui più sviluppati di *U. spelaeus*. A proposito di queste dimensioni e della correlazione di sviluppo in questa parte della mandibola, conviene notare come l'individuo, a cui apparteneva questa branca mandibolare, doveva anche in tutto il resto dello scheletro avere raggiunte tali dimensioni da escludere il suo riferimento alla presunta specie *U. priscus*, per quanto come accennai ne presentasse alcuni caratteri e più specialmente quegli dentari; e questo perchè anche secondo il Blainville e secondo il Goldfuss autore della specie l'*U. priscus*, dessa presentava sviluppo notevolmente ridotto di fronte al vero e proprio orso delle caverne.

La porzione succitata della mandibola o processo coronoide, è nella sua faccia interna piana ed il bordo dell' osso dentario poco si accentua e si discosta da esso, avendo sofferta notevole corrosione. Il foro dentario che si nota in detta faccia interna è situato più in avanti e più prossimo all'ultimo molare che non sia nel tipico orso delle caverne. Esso foro è all'ingresso del canale dentale piuttosto stretto, ma l'incavo che si sviluppa all'indietro di esso (solco milo-ioideo) è spazioso e profondo con bordi assai rilevati, dei quali il superiore si continua con la spina che si parte dal condilo.

Nella branca mandibolare qui descritta sono sfortunatamente assenti tutti i denti meno che una porzione del canino, il quale per giunta sembra alquanto deformato dalla compressione. Gli alveoli dei molari sono corrosi nei loro bordi, ma non è stata di essi asportata gran parte. L'alveolo dell'ultimo molare è piuttosto ampio ed interessa, nella sua parte posteriore, la porzione più bassa del bordo anteriore del processo coronoide, per cui il dente doveva abbracciare solo nella sua metà anteriore, l'osso dentario. Più sviluppati di quest'ultimo molare, che del resto non doveva essere tanto piccolo, sembra che fossero il secondo ed il primo molare vero; giacchè i loro alveoli sono assai grandi ed anche relativamente profondi, molto più se si fa astrazione della parte corrosa dell'osso dentario. Lo sviluppo di tutti quanti gli alveoli dei molari è più notevole nel senso della lunghezza che in quello della larghezza. Accenno a tutte queste particolarità, perchè sembrami che i presumibili caratteri della dentatura dovessero avere correlazione colla esilità della mandibola, la quale, come già accennai, denota, nell'insieme, un individuo non dei più robusti della specie, se non dei più piccoli fra le diverse razze di orso delle caverne, che pare abbiano vissuto in Italia.

L'alveolo del primo premolare qui presente è piuttosto ampio e profondo e denota quindi un dente piuttosto robusto e solidamente impiantato, per quanto gemmiforme. L'alveolo dista assai dal canino specialmente se si ricostruisce l'osso dentario, che necessariamente doveva ricuoprire totalmente la radice del canino e determinarne l'alveolo.

Il canino, che è il solo dente parzialmente conservato nel nostro esemplare, è un dente relativamente robusto. La sua

corona rotta all'esterno e all'apice, era di forma conica con larga base alquanto appiattita nel senso trasversale e molto sviluppata in quello antero-posteriore. Impiantata con robustissima radice nel profondo alveolo, si presenta leggermente volta all'infuori come in tutti i tipi dell'orso delle caverne non però quanto negli individui ritrovati nelle caverne di Porto-Longone e neppure quanto in quelli adulti e vecchi delle grotte della Toscana. La sua piega all'infuori è moderata come nei tipi delle caverne della Liguria; per quanto questa nostra mandibola non abbia riscontri molto notevoli colle corrispondenti delle caverne liguri che ho avuto agio di esaminare qui nel Museo di Firenze. La radice di questo canino è molto robusta e ripete le stesse particolarità che abbiamo riscontrate nella corona, cioè appiattimento trasversale e sviluppo notevole nel senso antero-posteriore.

Da questa sommaria descrizione in cui ci fu necessario limitarsi alle parti meglio conservate e meno alterate dalla fossilizzazione, e dai rilievi comparativi che abbiamo fatti riferendoci ai diversi tipi di orso speleo, fino ad ora trovati in Italia ed anche fuori, si può, a mio avviso, concludere che la branca mandibolare di Ponte alla Nave (Arezzo) è a riferirsi ad un individuo della specie *U. spelaeus*, il quale rappresentava un tipo non piccolo della specie, ma piuttosto esile. D'altronde anche nelle caverne stesse di Porto-Longone, della Liguria e della Toscana abbiamo nei molteplici ed abbondantissimi resti ivi ritrovati, una polimorfia molto notevole e varia, la quale non meno accentuata, nè meno variabile, sembra che si mostri anche nei resti ritrovati fuori d'Italia e specialmente in Germania, in Inghilterra, in Francia e nel resto del bacino del Mediterraneo.

Per la relativa brevità della serie dei molari, per la forma piatta del canino, e per la ridotta altezza della porzione orizzontale della branca, questo individuo d'Arezzo richiama alcuni individui della Liguria riferiti dall'Issel all' *U. spelaeus* varietà *ligusticus*, ma nello stesso tempo si discosta da quelli per la lunghezza più notevole della porzione orizzontale della branca, per lo sviluppo quasi eccezionale della sutura sinfisaria e per l'altezza della cresta del processo coronoide. Queste ultime particolarità invece mi sembra che abbiano riscontro in alcuni

individui giovani di Porto-Longone esistenti qui a Firenze. Gli individui però provenienti da questa stessa località che presentano sviluppo completo hanno robustezza molto maggiore del nostro tipo ed una piega così singolare della porzione sinfisaria della mandibola e del canino da non avere riscontro con molti altri tipi di caverne italiane che con relativa abbondanza ho potuti esaminare nel Museo di Firenze.

Tutte queste osservazioni differenziali potranno, io spero, avere sanzione con lo studio di un materiale migliore e meglio conservato che le ulteriori ricerche e scoperte in quella località ci potranno fornire. Ad ogni modo sarò sempre lieto di correggere le deficenze e gli involontari errori, a cui per avventura io fossi andato incontro in questo studio necessariamente sommario ed incompleto. Oggi quelle differenze notate non possono avere che un valore relativo di fronte ad un animale così polimorfo, ma non sarà certamente ozioso l'averle poste in evidenza; pur concludendo che fino a prova in contrario la branca mandibolare di Ponte alla Nave è da riferirsi alla specie quaternaria *U. spelaeus.*

Laboratorio d' Igiene del Municipio di Pisa

Dott. **GUSTAVO GASPERINI**

SULLA COSÌ DETTA

CRENOTHRIX KUHNIANA O POLYSPORA

IN RAPPORTO

ALLA SORVEGLIANZA IGIENICA DELLE ACQUE POTABILI

§. I.

Il fenomeno della Crenothrix, che ha già arrecato tanti danni e dal lato igienico e da quello economico in vari centri abitati d'ogni paese, non è oggidì conosciuto in guisa da potersi in tutti i casi con sicurezza e facilità dai batteriologi diagnosticare, mancando di buoni preparati microscopici di confronto. Tanto è ciò vero che in Italia ad esempio, dove, a giudicarlo dalla relativa letteratura, sembra quasi che la così detta Crenothrix non esista affatto, invece, come vedremo, ha vissuto vive ignorata sotto gli occhi di scienziati competenti, senza poi dal canto suo aver trascurato di guadagnarsi, ora in una, ora in altra località, gli appellativi che Zopf (Wassercalamität), Giard (fléau) e De Vries (Die Pest der Wasserleitungen) le hanno giustamente attribuiti.

La ragione di questo stato di cose è da ricercarsi, in primo luogo nell'essere troppo vaghe, inesatte, o deficenti, le cognizioni che a tal riguardo hanno divulgato i più noti trattatisti di microbiologia, d'igiene in generale, o di ricerche e studi sulle acque potabili in particolare; in secondo luogo nel fatto che, sebbene dei classici lavori si posseggano sull' argomento, pure essi, o sono rimasti nel dominio di pochi, o non sempre chiara hanno lasciato apprezzare la descrizione del microrganismo, protagonista del fenomeno Crenothrix, o non ben defi-

nite ne sono risultate le fasi di sviluppo e le relative caratteristiche morfologiche e biologiche per coloro che abitualmente si interessano dei soli microfiti inferiori, coltivabili secondo le norme della comune tecnica batteriologica.

Comunque sia, mi è parso utile di trattare l'argomento specialmente in servigio di coloro che si trovano all'esercizio pratico dell'igiene pubblica o sociale e che in mezzo a tante difficoltà debbono tutelare i cittadini dai danni che possono derivare da una insufficiente sorveglianza del più importante servizio pubblico, quale è quello dell'acqua potabile.

Nè siffatta tutela può essere con reale profitto esercitata se non si cerca di render più facile ed ognora più pronta e sicura la conoscenza delle calamità che sono nel dominio della profilassi. La Crenothrix è appunto fra queste, mentre invece è stata finora riconosciuta solo quando aveva già prodotti tali guasti nelle tubulature dell'acqua potabile e tali inconvenienti in questo servizio, da aver costretto alcune pubbliche amministrazioni, per liberarsene, a dover sostenere sacrifici pecuniari talvolta ingenti, con detrimento di altri servizi, o di altre opere igieniche.

Infatti se si pensa che il più grande nemico che ostacola la rigenerazione igienica di un paese è il danaro, specie perchè in generale non si valuta tutta la somma dei beni che un'opera di risanamento può dare; se si riflette che le amministrazioni comunali sono per lo più così esaurite che, provvedendo esse ad esempio ad un acquedotto, non v'è da meravigliare che manchino all'indomani dei mezzi per altri lavori di prima necessità, risulta un dovere per l'igienista il preoccuparsi non tanto del fine da raggiungere, quanto della via più sicura ed economica per conseguirlo. Se nel battere questa via qualche cosa andrà perduto, prescindendo dagli inconvenienti molteplici che emergono dal mal fatto, o dal male custodito, resterà pur sempre il grave danno di veder depauperato l'erario ove sta l'energia per andare avanti.

Inconvenienti così lamentevoli è capace di apportarli la Crenothrix, riducendo perfino inutilizzabile una intiera conduttura di ghisa, che è quanto dire un'opera capace di aver richiesto il massimo sforzo finanziario di un Municipio. Può altresì questo microfita rendere inaccettabile un lavoro assunto da

qualche Società di condotte d'acqua, dando luogo a facili questioni non equamente solubili per parte di arbitri, i quali manchino di competenza in questi studi speciali.

Dinanzi ad un argomento che può dunque assumere un interesse sotto vari punti di vista considerevole, sentendosi sopratutto il bisogno di bene assodare le nozioni morfologiche e biologiche del microrganismo, o dell' insieme di esseri e di circostanze che del fenomeno Crenothrix sono la causa, a ciò ho procurato di contribuire con le presenti ricerche.

Siccome poi in mezzo a tanti particolari d'indole puramente teorica, ed in mezzo a non poche questioni che restano tuttavia insolute, occorre non perder di mira quei precetti che hanno nella pratica un incontestabile valore, per questo m'è sembrato opportuno trattare in ultimo, e con i dovuti particolari, della sorveglianza igienica delle acque potabili.

Veramente è questo un capitolo che potrebbe meglio ricollegarsi con l'analisi di altri problemi batteriologici inerenti alla salubrità delle acque; ma non è forse inopportuno che stia qui per dimostrare come dalla sorveglianza igienica delle acque potabili, ben diretta ed eseguita, derivino vantaggi indiscutibili non solo dinanzi alle cause che si ritengono più comunemente capaci di nuocere; ma anche di fronte a quelle che sono rare a verificarsi, poco conosciute, o facili a sfuggire, ma che possono tuttavia sorprenderci e colpirci.

§. II.

Il prof. Julius Kühn, nell'anno 1852, nella Slesia e precisamente in un tubo di terra cotta addetto allo scarico d'un bacino situato nel giardino di Guadenberg (Kreis Bunzlau), si ritiene il primo ad avere osservato la presenza del microrganismo che L. Rabenhorst nel 1863 descrisse come *Leptothrix Kühniana* (1), e che nel 1865 (2), conservando immutata la denominazione specifica in onore di Kühn, collocò nella famiglia delle **Oscillariaceae**, gen.

---

(1) Rabenhorst (Ludovico). *Kryptogamen — Flora von Sachsen, der Ober-Lausitz, Thüringen und Nord-bökmen, mit Berücksichtigung der benachbarten Länder. Erste Abteilung. Algen im weitesten Sinne.* Decas 29, n. 284, Leipzig, 1864-1868.

(2) Rab. — *Flora aeuropaea Algarum aquae dulcis et submarinae.* Sectio II. Algas Phycochromaceas complectens, pag. 88, Lipsiae, 1865.

Hypheothrix di F. T. Kützing (1) con la diagnosi seguente: " H. sparsa vel dense, vel laxe intricata, ferro oxydato conspurcata et colorata; trichomonatibus leviter curvatis, pallide aerugineis, indistincte articulatis, passim interruptis; vaginis amplis, plicatis, achrois. v. v. Diam. trich. 1/869—1/728‴ = 0,0001 — 0,00012″, vag. plerumque 1/208‴ = 0,00043″. Hab. in aquaeductis, qui dicitur " Drainröhren „ Germaniae, primo defecit cl. J. Kühn „.

Il prof. F. Cohn, che ebbe occasione di occuparsi del singolare microfita quando questi infestò alcuni pozzi della città di Breslavia, ha il merito d'aver molto contribuito ad indagarne e diffonderne la conoscenza, tanto che tuttora va coi nomi di " Brunnenfaden „, o di " Crenothrix polyspora „ con i quali lo designò nei suoi importanti " Beiträge zur Biologie der Pflanzen „ fino dal 1870 (2).

Nel lavoro di Cohn il concetto puro e semplice della *oscillariacea* di Rab. viene a complicarsi, perchè vediamo descritte e figurate delle forme, degli stadî, che non fanno parte del ciclo normale di sviluppo di un solo e determinato genere, nè di Alghe inferiori, nè di Batteriacee superiori.

Trovato il microrganismo in mezzo ad un numero considerevole di Batteri, Alghe, Protozoi, Infusori ecc., quali di solito si riscontrano nelle acque stagnanti e corrotte, egli cercò di stabilirne le differenze ed i rapporti con i generi che per qualche carattere giudicò affini, finchè sentì il bisogno di introdurre nella letteratura il *nuovo genere* **Crenothrix**, di cui riporto la precisa diagnosi (3): " Trichomonata plus minus stricta arcuata vel contorta, in caespitulos libere natantes intricata libera vel alia aliis affixa, in modum Oscillariarum cylindrica elongatefiliformia basi tenuissima sursum paulatim incrassata subulata vel subclavata divisione tramsversa succedanea articulata vaginata hyalina, cellularum plasmate homogeneo intus saepe cavo non granuloso, vagina tenerrima hyalina demum indurata nec non ferro intussuscepto flava.

---

(1) Kützing (Friederigo Traug). — *Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tauge.* Leipzig, 1843.

(2) Cohn (Ferdinad). — *Ueber den Brunnenfaden (Crenothrix polyspora) mit Bermerkungen über die mikroskopiche Analyse des Brunnenwassers.* Beitrage zur Biologie der Pflanzen — Erstes Heft, pag. 108-132, Taf. VI, fig. 1-20. Breslau, 1870.

(3) Cohn (Ferdinad). — Loc. cit. pag. 130-131.

Sporangia terminalia apice thrichomonatum vagina intumescente elongato-claviformia, gonidiis subglobosis numerosissimis densissime repleta; gonidia duplicis generis, saepissime in filis diversis formata:

1) Microgonidia, e serie cellularum divisione longitudinali et transversa succedanea multi-partitarum orta, rotundata et diaphragmatibus ruptis in sporangium terminale densissime congesta, demum ex apice vaginae erumpentia, in aqua motu lento circonvoluta secentia vel in cumulos gelatinosos Zoogloeis consimiles coacervata, ciliis destituta globosa ovalia elliptica transverse plus minus constricta vel divisa, demum in trichomonata evoluta.

2) Macrogonidia, singula e cellulae contento toto indiviso, vel bi-vel quadripartito orta rotundata, ex apice vaginae vix inflate erumpentia secedentia, motu forma microgonidiis similia sed maiora et minus numerosa, demum germinantia.

Sporae?, ex articulo trichomatis terminali elongata auctoformata plasmate denso repleta, quod e vagina erumpere et in trichoma Oscillariaeforme evolvi videtur.

Genus inter Lyngbyam et Chamaesiphonen intermedium nec non ad Baugias accedens Oscillarieas cum Florideis connexit.

Crenothrix Polyspora, n. s.

Caespitulis minutissimis flavo-brunneis in aqua libere natantibus, trichomonatibus hyalinis longissimis, 0,0015—0,005$^{mm.}$ crassis, articulis aequi-longis vel duplo longioribus vel dimidio brevioribus, sporangiis subclavatis 0,006—0,009^{mm} crassis, microgonidiis 0,001—0,002^{mm}, macrogonidiis ad 0,005$^{mm.}$ latis, sporis terminalibus ad 0,026$^{mm.}$ longis.

Observ. in aqua puteali Wratislaviae et ad fontes Cudovanos. 1870 „.

Se dopo ciò si prendono in esame alcune particolarità della nuova specie di Cohn noi ci troviamo dinanzi a delle caratteristiche invero singolari. Ne faccio una analisi sommaria, non omettendo ben s'intende di tener sott'occhio le figure, perchè queste debbono ritenersi destinate a far meglio comprendere le fasi di sviluppo, o le note morfologiche proprie del microrganismo. Esso va soggetto, secondo Cohn, a variazioni le più ampie

nel diametro trasversale dei filamenti, perchè se ne osservano con 1,5—2 μ, con 3,3—3,6 μ e con 4—5,2 μ (1).

Altrettanto diversa ne è rappresentata la struttura ed il contenuto, potendosi osservare frammenti con veri e propri setti, come il micelio delle *Hyphomyceteae;* frammenti con disposizioni del protoplasma alla maniera di alcune alghe (*Oscillaria* Bosc., *Cylindrospermum* Kutz. ecc.); tratti di filamenti infine con impronta loro propria, tutta speciale della Crenothrix, come quelli delle Fig. 1, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14 e 20. A sì elevato eteromorfismo della parte dirò così vegetativa corrispondono non minori varianti nella funzione e forma riproduttiva.

La specie si conserva e diffonde per mezzo di *macrogonidi* che si originano nell'interno dei filamenti per scissione delle cellule più vicine all'estremità dei filamenti stessi, cellule madri, od aggregati protoplasmici di forma ovoidale che possono disporsi col loro maggior diametro in due opposte direzioni (2). Delle cellule col diametro maggiore normale all'asse del filo può avvenire la divisione anche in tratti non corrispondenti ad una estremità.

I *macrogonidi* alla loro volta vanno soggetti ad una scissione che avviene nel modo ordinario, sia quando ancora sono contenuti nei filamenti, sia quando già si son resi liberi (3).

I *microgonidi* sembrano pure originarsi da cellule per lo più disposte con l'asse maggiore normale alla parete dei filamenti, dei quali se ne notano dei sottili, sporigeni, e con estremità non ingrossata (4), mentre altri vanno espandendosi considerevolmente a forma di clava (5), espansione che è tutta gremita di *microgonidi.* Questi escono fuori attraverso una rottura della membrana del filamento. Possono inoltre osservarsi agglomerati di *microgonidi* in filamenti che assumono un aspetto fusiforme (sporangi) come è rappresentato nella Fig. 11, e possono gli stessi *microgonidi* secondo Cohn germinare in loco, dando luogo

---

(1) Cohn (Ferdinad). — Loc. cit. pag. 119, Fig. 1, 6, 7, 8 e 17.
(2) Id. — Loc. cit. Fig. 1.
(3) Id. — Loc. cit. Fig. 1 e 2.
(4) Id. — Loc. cit. Fig. 8.
(5) Id. — Loc. cit. Fig. 9 e 10.

a quelle speciali disposizioni filamentose che sono riprodotte nella Fig. 20.

Non è chiaro come dai macro e microgonidi liberi che si scindono, possa risalirsi a tanta varietà di filamenti.

Altre cellule di molto incerto significato, ma che COHN ritiene siano spore, si vedono unite ai filamenti, con protoplasma granuloso, ed a guisa di grosse gemme secondo la disposizione della Fig. 13.

Giova infine tener presente che i gonidi della Crenothrix ora si spargono nell'acqua con movimento oscillatorio, ora vanno a riunirsi a milioni in " Gallertmassen Palmellenartigen " (Fig. 18, pag. 129-130) tenute insieme da una sostanza intercellulare simile a quelle delle zooglee di alcune *Batteriaceae.*

Il microrganismo che per COHN è dunque tanto polimorfo si è cercato in seguito di rappresentarlo prendendo dalla memoria originale, quando l'una, quando l'altra figura, con generale predilezione di quelle (Fig. 5, 6, 9, 20) che sono appunto, come vedremo, le meno adatte a dare un'idea di ciò che realmente è la specie in esame. E tale predilezione credo che abbia la sua ragion d'essere in questo, che le forme citate, non adattandosi al ciclo evolutivo dei microfiti acquatili ben noti, si è ritenuto che, essendo proprie della Crenothrix, servissero per farla distinguere a prima giunta.

Ulteriore ed importantissimo contributo allo studio del microrganismo si deve ai due illustri prof. W. ZOPF e O. BREFELD. Essi ebbero incarico dall'alta magistratura della città di Berlino d'indagar la causa per la quale nell'estate del 1878 s'intorbidò e corruppe in modo singolare l'acqua dei pozzi assai profondi, fatti per sostituire nell'acquedotto di Tegel l'acqua proveniente dai filtri del " Tegeler Wasserwerke ". Riferirono in un rapporto speciale il risultato delle loro ricerche [1], dalle quali venne messo in evidenza, fra gli altri, il fatto che la Crenothrix diffusamente vegetava nel terreno in prossimità dei pozzi. Qui peraltro convenendo raccogliere tutto quello che più concerne le acquistate cognizioni sul ciclo vitale del microrga-

---

(1) O. BREFELD e W. ZOPF. — *Bericht an den Hohen Magistrat der stadt Berlin über die Untersuchungen des Tegeler Wassers.* Berlin, 1878.

nismo, preferisco attenermi alla memoria speciale pubblicata da ZOPF (1).

È questo il lavoro classico a cui si riportano tutti coloro che dal 1879 in poi hanno avuto occasione di occuparsi di tale argomento. Occorre quindi entrare in particolari, cosa che vado a fare brevemente.

Prima di tutto si tenga presente che le osservazioni di ZOPF di sicuro si riferiscono allo stesso microfita scoperto dal prof. KÜHN 27 anni prima, per la seguente circostanza, che VON Voss di Halle, avendo procurato al prof. WIRCHOW due campioni d'acqua presi dai pozzi dell'antico serbatoio e dal nuovo acquedotto di Halle, campioni che contenevano una ricca quantità di Crenothrix, furono questi dallo stesso WIRCHOW, nel novembre del 1878, dati in esame a ZOPF. E siccome dietro invito di VON Voss lo stesso KÜHN ebbe a pronunziarsi sulla identità dei campioni di Halle con quelli precedentemente osservati nella Slesia, per questa via ZOPF potè accertarsi della natura del microrganismo.

Secondo ZOPF " Mit Hülfe der schärfsten Linsensysteme von HARTNACK und GUNDLACH und unter Anwendung eines geeigneten Culturapparates konnte die Untersuchung von der Spore aus durch alle vegetativen und fructificativen Zustände hindurch bis zum Abschluss der Fructification, also bis wiederum zur Spore, klar verfolgt werden ".

La spora (gonidio) della *Crenothrix polyspora* è rappresentata da una cellula molto piccola che da μ. 1 può raggiungere μ. 6, con forma sferica o cilindrica ad angoli ottusi. Il suo contenuto protoplasmatico, incoloro, omogeneo, è limitato da una membrana ialina, delicata. Con forte ingrandimento avvertesi attorno alle spore un involucro mucoso " Gallertmantel ". Queste cellule sono completamente prive di " Bewegungsorgane (etwa Cilien) ".

Coltivando i gonidi nella camera umida si può constatare che germinano producendo dei filamenti articolati. Da prima è il gonidio che comincia a presentare uno strozzamento e che finisce per scindersi in due cellule: poi è ciascuna di queste

(1) ZOPF (W.). — *Entwickelungsgeschichtliche Untersuchung über Crenothrix Polyspora, die Ursache der Berliner wassercalamität.* (Mit 25 fig. auf 3 Lith. Taf.) Berlin, 1879.

che alla sua volta si suddivide per dar luogo a filamenti articolati che così si allungano, e che non poco variabili presentano i singoli articoli (Tav. I, fig. 1, 2, 3, 4). I filamenti giovani si mostrano per lo più isodiametrici: quelli vecchi all'incontro vanno ingrossando dalla base all'estremità libera, assumendo una forma leggermente clavata. I fili della Crenothrix, specie quando sono isolati [1], si muovono come certe alghe (Oscillarie ecc.); ed il movimento di progressione è più proprio di quelli isolati che nuotano nelle acque. A misura che le cellule costituenti i varî filamenti vanno progredendo di sviluppo, si rivestono di parete propria, finiscono col rendersi isolate, fra di loro ben distinte, e col presentare una necessaria differenziazione della parete in due strati: uno interno, l'altro esterno, o guaina " Scheide ". Questa guaina che avvolge il filamento, ossia tutta la catena delle cellule dalle quali è formato, può esser rotta dalle cellule stesse che si moltiplicano, e che per ciò non possono esservi più contenute. Allora esse escono successivamente, per la vis a tergo delle cellule sottostanti che seguitano a crescere. Può anche la guaina restar vuota per la fuoriuscita del filamento interno, il quale, non diviso, si valga della sua proprietà di muoversi.

La guaina, o si gelatinizza, o raggiunge un considerevole spessore. Ogni cellula che si libera dalla guaina ha il valore di spora, perchè dividendosi, come accade d'un vero e proprio gonidio, dà luogo ad un filamento.

I gonidi, osserva Zopf, posson dar luogo ai filamenti non solo quando son liberi; ma anche mentre si trovano nell'interno dei respettivi filamenti fertili (sporangi); e siccome il processo di germinazione per lo più si verifica dove i gonidi sono ammassati, così si hanno que' cespugli eleganti rappresentati nella Tav. I, fig. 5, del suo lavoro.

Quanta analogia con le vedute di F. Cohn!

Però, continua Zopf, non sempre i gonidi si sviluppano nel modo accennato. In certe condizioni di nutrizione, non dice in quali, il gonidio molto piccolo " gallertumhüllte ", che è in istato di germinare, si rigonfia, presenta il protoplasma addensato a due estremità le quali son divise da un leggiero strozzamento,

---

(1) Zopf (W.). — Loc. cit. pag. 5.

eppoi presenta la formazione di due cellule perfettamente uguali, che sono divise da un setto intermediario (Tav. I, fig. 6). Queste due cellule si arrotondano, si separano, prendono l'aspetto di un gonidio vero e proprio, ma restano sempre unite dalla membrana gelatinosa che le avvolge. Nelle cellule così formatesi, progredendo la divisione, e persistendo la causa (Gallesthülle) che loro impedisce di rendersi libere, si ha il prodursi di quelle " gallertigen Zellcolonien „ che si notano nella Tav. I, fig. 7 e Tav. II, fig. 8.

Anche qui i gonidi, come disse Cohn, sono riuniti à milioni.

Per lo Zopf questi ammassi di spore servono mirabilmente alla diffusione e conservazione del microrganismo, potendo da ciascuna di esse derivare un filamento di Crenothrix. Tali agglomerati (Gallertcolonien) costituirono circa la metà del sedimento fangoso riscontrato nel serbatoio del condotto di Tegel, e formarono più della metà di un identico deposito nella riserva di Charlottenburg.

Queste " Gallertmassen „ da prima incolore, poi di un *rosso mattone*, d'un *verde oliva sporco* o *nerastro* (1), perdono via via non solo in trasparenza, ma anche nei loro caratteri cellulari, che si riducono infine irriconoscibili.

Anche Zopf trova delle somiglianze fra queste " Gallertcolonien des Brunnenfadens „ e certe Palmellacee, tanto che designa questo modo di essere della Crenothrix come " Palmellenzustände „, analogo alla sua volta a certe zooglee batteriche (*Ascococcus Billrothii* Cohn, *mesentericus* Cienkowski, ecc.). E tale è l'analogia che Egli trova con le *Chlorophyllophyceae* della famiglia delle Palmellaceae, che pensa doversi riferire alla Crenothrix ciò che il prof. Radlkofer riscontrò nei pozzi di Monaco e che descrisse col nome di *Palmellina flocculosa* Radl.

Mentre per Cohn questo " Palmellenzustände „ si ha per il riunirsi delle spore uscite dagli sporangi, per lo Zopf si genera invece per la continua bidivisione delle spore avvolte nella speciale sostanza che le tiene unite, allo stesso modo di quel che accade degli Ascococcus.

Che le spore di questi conglomerati possano anche dar luogo

(1) Zopf (W.). — Loc. cit. pag. 7.

a filamenti ed a cespugli simili a quelli della Tav. II, fig. 10, 11, è per lo Zopf sicuramente provato!

“ Die Fäden bleiben mit ihrer Basis in der Gallertmasse der *Palmella* stecken und so entspricht der Colonie von Einzelzellen nach der Keimung eine Colonie von farblosen Zellfäden (Fig. 10, 11). Letztere strahlen radienartig nach allen Richtungen aus. Sie halten in ihrer Entwickelung meist nicht gleichen Schritt, und so treten ältere und jüngere Fäden in ein und derselben Gruppe auf (Fig. 11). Die Räschenbildung aus der *Palmella* scheint für die Planze Regel zu sein „ ([1]).

La Crenothrix ben si avverte quando forma cespugli o ciuffetti in gran numero lunghi 1 cent. ed anche più. Successivamente, col fissarsi del ferro nella guaina gelatinosa, viene a prodursi il colore giallo aureo e verde oliva scuro; e la struttura dei fili, a misura che il ferro si deposita, va a sparire, finchè non è affatto riconoscibile nei filamenti vecchi (Tav. II, fig. 14, 15, 16-*a*).

Gli aggregati filamentosi lunghi formavano appunto i sorprendenti precipitati fioccosi intensamente ocracei (ochergelben), verde olivastro sporchi (schmutzig olivenbräunlichen), fino al caffè scuro (kaffeebraunen), che infettarono tanto abbondantemente l'acquedotto di Berlino.

In apparenza le forme fioccose si presentano così differenti dagli incolori e primitivi filamenti della Crenothrix da far ritenere che da questa in realtà differiscano. Ma gli stadi di passaggio che possono notarsi anche in un medesimo filo; ed il fatto che la guaina di ferro, sciolta con acido idroclorico diluito, lascia scorgere la struttura dei filamenti primitivi, rassicurano sulla identità. Zopf mette in guardia dagli errori in cui si può cadere osservando dei filamenti piegati, od in altro modo apparentemente ramificati, ed afferma che *la Crenothrix non presenta mai ramificazioni.*

Nè è da omettersi che egli vide nei vecchi depositi dei filamenti *a forma di rosario,* ialini o colorati in giallo (Tav. III, fig. 20 *a*, *b*), i quali, sebbene anch' essi sospetti d'appartenere ad altra specie, riconobbe che erano propri della Crenothrix,

---

([1]) Zopf (W.). — Loc. cit. pag. 9.

e che nient'altro rappresentavano se non delle fasi di deperimento prossime a perdere ogni vitalità.

Ben valutando l'importanza di quella speciale forma di spore osservata da Cohn [1], e che ricorda i manubri delle *Rivularie*, Zopf si dette a ricercare questo peculiare modo di moltiplicazione del microrganismo; e siccome, per l'analogia con certe alghe, potevano i detti organi comparire o nell'autunno, od al principio dell'inverno, proseguì le sue ricerche e le continuò fino al febbraio; ma senza frutto. Trovò solo un filamento (Tav. III, fig. 25) che aveva una certa somiglianza con quelli di Cohn; ma per giustificate ragioni lo considera qual forma provocata dalla convivenza nel mezzo di certe amebe, od in altri termini, qual forma anormale.

Fin qui abbiamo visto come, secondo Zopf, nel ciclo di sviluppo della Crenothrix rientrino:

1.° le forme zoogleiche o palmellulari;
2.° i filamenti vegetativi articolati;
3.° i filamenti non articolati;
4.° le forme atipiche a rosario.

Con ciò peraltro non è detto tutto.

I filamenti vegetativi costituiti da una catena di cellule nettamente individualizzate, quindi i filamenti articolati, possono subire un'ulteriore scissione dei singoli articoli (Tav. III, fig. 21, 22, 23 e 24), e così dar luogo a quel genere di moltiplicazione che vedemmo già distinta da Cohn in *macro* e *micro-gonidi.*

I due scienziati su questo punto sono dunque concordi. La guaina, secondo Zopf, si rompe per tempo, prima cioè che avvenga la formazione dei gonidi. Questi fuoriescono per la spinta che loro deriva dalle sottostanti nuove formazioni di cellule, o divengono liberi approfittando del disfarsi della guaina: poi di regola cominciano a moltiplicarsi per divisione, dando origine a quegli ammassi zoogleiformi di cui antecedentemente abbian presa conoscenza. Più di rado i gonidi danno luogo a filamenti, e pur raro accade che germinino entro le guaine dei filamenti fertili (Tav. I, fig. 5).

Così si chiude il ciclo di sviluppo della Crenothrix, organismo che Zopf considera di ben semplice organizzazione, per

---

[1] Zopf (W.). — Loc. cit. pag. 11, Fig. 13 e 14.

il presentare indifferenziata la parte vegetativa da quella fertile. Sulla questione tuttora indecisa del posto da assegnarsi al microfita, se fra le alghe o fra i funghi, egli opina, astrazion fatta dalla mancanza della clorofilla, che debba ravvicinarsi a quest' ultimi.

Dopo il lavoro magistrale di Zopf, nel quale si considera l'argomento sotto altri punti di vista da discutersi in seguito, convien passare alle successive pubblicazioni delle quali ho potuto aver cognizione.

Già da molto tempo il colore rossastro, l'odore ed il sapore sgradevole che in certe epoche più spiccato presentavano le acque delle sorgenti di " Emmerin „ che alimentano la città di Lilla, furono oggetto di preoccupazione per parte degli abitanti di quella città. Si fu nella primavera del 1882 che l'inconveniente assunse tali proporzioni che *in certi quartieri le acque divennero affatto inservibili per qualsiasi uso.*

A. Giard, che ne riferì [1], osserva che in certi canali di distribuzione l'abbondanza dei depositi ferruginosi fu tale " que les chevaux de la Compagnie des tramways refusaient de boire l' eau qu'on leur présentait „.

Relativamente alla struttura della Crenothrix osserva Giard che ha ben poco da aggiungere alle osservazioni degli eminenti botanici F. Cohn, O. Brefeld e W. Zopf.

" Nous devons dire toutefois, sono sue parole, que les microgonidies, formées dans les sporanges ou extrémités renflées des tubes de *Crenothrix,* par division transversale des articles bacillaires qui costituent ces extrémités, sont animées pendant quelque temps d' un mouvement actif, dû à l' existence d' un flagellum. Ce flagellum n' est d'ailleurs visible qu' aux plus forts grossissements (obiectif à immersion N.° 12 de Hartnack).

" Les gonidies donnent ensuite naissance à une forme *(Merismopoedia)* irrégulière, qui se transforme bientôt en une masse de Zoogloea analogue à une *Palmella,* puis finalement en tubes régulièrement cylindriques de diverses longueurs.

" La production figurée par Zopf [2], (Pl. II. fig. 8) sous le

---

[1] Giard (Alf.) — *Sur le Crenothrix Kühniana (Rab.), cause de l' infection des eaux de Lille.* Compte rendus de l'Acad. des Sciences, Tome XCV. N. 1 (3 Juillet), pag. 247-249. 1882.

[2] Zopf. — Loc. cit. e Revue mycol. Tab. XXXVI, f. 7.

nom de forme Palmella se trouve aussi à Emmerin, sous les parois de l'acqueduc, et spécialement dans les points où le révêtement de ciment de Boulogne a été détaché par une cause quelconque. Je crois che cette végétation est distinte du Crenothrix: je la considere comme appartenant au genre *Ascococcus*. Des cultures prolongées m'ont prouvé en effet que ce Schizomycète donne naissance à de courts filaments moniliformes analogues à ceux de l'*Ascococcus mesenteroides*, mais n'évoluant jamais en tubes de Crenothrix „.

Come vedesi GIARD resta incerto su alcuni stadi del microrganismo, ne accetta altri, e lascia invariata la questione della diagnosi precisa del " fléau „ prima che a tutti possa manifestarsi per le caratteristiche macroscopiche che gli sono proprie.

La improvvisa comparsa della Crenothrix a Rotterdam nella primavera del 1887 indusse quell'Amministrazione pubblica alla nomina d'una commissione, con l'incarico di investigare le cause e l'origine del grave inconveniente; d'impedirne l'estendersi, ed infine di remuoverlo.

UGO DE VRIES, prof. di botanica all'università di Amsterdam, membro di detta commissione, pubblicò il risultato degli studi eseguiti in un pregevole scritto [1] utile a consultarsi specie da coloro che in genere si occupano di protistologia. Le ricerche microbiologiche che ci interessano si debbono allo stesso DE VRIES ed al Dott. F. DUPONT, che insieme si valsero del piccolo laboratorio impiantato per la circostanza vicino al luogo del massimo inquinamento.

La Crenothrix comparve a Rotterdam in certe circostanze che giova rammentare. La città, com' è noto, si alimenta con acqua della Mosa sottoposta alla filtrazione a sabbia. Fino dal 1874 gli 8 filtri in funzione, con 800 mq. di superficie, avevano dato acqua chiara e sufficiente. Ma fattosi sentire il bisogno d'un generale ampliamento dei lavori, fino dal 1886 si misero in funzione 13 nuovi filtri, con una superficie di 1600 mq. Contemporaneamente a quest'impianto, non essendosi completato il progetto di altre costruzioni, bisognò che l' acqua dei filtri

---

[1] DE VRIES (UGO). — *Die Pflanzen und Thiere in den Dunklen Räumen der Rotterdamer Wasserleitung. — Bericht über die biologischen untursuchungen der Crenothrix-commission zu Rotterdam, vom Jare 1887.* Jena, 1890.

nuovi, dopo essersi raccolta in condotto proprio, fosse fatta passare per un tratto di fogna che apparteneva agli 8 filtri messi fuori d'uso, e ciò per farla giungere al primitivo edificio delle pompe, edificio che avrebbe pure dovuto sostituirsi. Quel vecchio tratto di fogna lungo 120 metri, d'ampiezza sufficiente per essere praticato, era in così cattive condizioni da avere avuto bisogno d'una fila di travi disposte trasversalmente per rafforzarne i muri, i quali peraltro, notisi bene, in parecchi punti mostravano delle rotture. Attraverso a queste crepe penetrava l'acqua dei filtri contigui (N.° 3, 4, 7, 8) e, come ho già detto, non in funzione.

Ricerche accurate posero in chiaro che la Crenothrix perveniva all'acqua filtrata solo nel tratto del vecchio canale, e precisamente dalle fenditure delle pareti, e che i filtri abbandonati, comunicanti con la fogna per mezzo delle dette crepe, corrispondevano al focolaio d'origine del temuto microrganismo. Su proposta della commissione si sostituì questo tratto inquinato con apposita conduttura in ghisa, e così l'acqua dei nuovi filtri (N.° 9-21) giunse alle macchine, quindi alle torri di distribuzione, senza più contatto con le vecchie opere. Dopo ciò si ebbe la conferma che l'acqua ben filtrata non lascia passare la Crenothrix, cosa che del resto la commissione aveva accertato con l'esame del filtro N.° 21, posto a disposizione per simile ricerca di controllo. La notevole diminuzione della Crenothrix fu seguita da una totale scomparsa dopochè si pensò a rendere impermeabili le pareti dei filtri fino al di sopra dello strato filtrante, e dopochè si vide che bisogna evitare l'uso dei graticciati di legno per sostegno di detto strato, convenendo sostituirvi le mattonelle di cemento perforate. Premesso questo cenno sull'inconveniente accaduto a Rotterdam, e che afflisse la città in modo davvero lamentevole, convien passare alle note caratteristiche del microrganismo secondo De Vries. Nella sua memoria, e precisamente al paragrafo primo dal titolo " *Crenothrix Kühniana, die Pest der Wasserleitungen* „ comincia con l'osservare che i fiocchetti (Fig. 1 A-B), costituiti da forme elevate di batteri, abbisognano d'un buon microscopio per essere analizzati. Si vede allora che le cellule costituenti questi fiocchi non sono altro che degli aggregati di filamenti per lo più cilindrici, da principio incolori e trasparenti, poi giallo-pallidi e via via più colo-

rati fino al bruno carico, per la membrana che, da prima sottile, a poco a poco cresce in ispessore. Di pari passo va mutando la loro consistenza; da flessibili e molli divengono duri e ruvidi. Le membrane brune e irrigidite non sono più compatibili con l'attività vitale delle cellule racchiuse, le quali prima o poi si spingon fuori o dall'estremità, od in parte da specie di occhielli laterali. Nell' ultimo caso il filamento si ramifica: nel primo invece non fa che allungarsi perchè, a misura che il filamento si spinge fuori da un' estremità, nella porzione rimasta denudata si riveste di nuovo con membrana rigida, e così progredendo può aversi una ricca formazione di membrane con poche cellule in attività. Le membrane dunque sarebbero un residuo della vita del microrganismo, o, come dice De Vries, la " Schlacke „ del processo vitale. Egli inoltre ritiene che i sali di ferro solubili non costituiscano una condizione affatto indispensabile per la moltiplicazione di questi batteri, riportandosi ad alcune ricerche di Winogradsky delle quali terremo conto a suo tempo. In conclusione De Vries accetta le caratteristiche morfologiche della Crenothrix date da Zopf (pag. 6, Fig. 1 G, D); e di nuovo disegna un filamento (F) con la parte inferiore costituita da un pezzo di guaina scura, e con la porzione superiore più sottile fatta di cellule che cominciano a velarsi. Parimente nuovo è il filamento H della stessa Fig. 1, dove si vede che sopra una grossa, spessa e vuota guaina si sono impiantate ed infisse numerose cellule, alcune delle quali sembrano delle catene di batteri, altre dei veri e propri filamenti, per De Vries neoformati o giovani.

Nell'aprile del 1890 compare in Italia la prima pubblicazione sulla Crenothrix per opera dell'ing. R. Bentivegna e del dott. A. Sclavo (1). Essi dicono d'averla osservata a Corneto Tarquinia in certe singolari condizioni delle quali tratterò nella parte speciale, essendomi recato sul posto per acquistar conoscenza del fatto. Ora non riferisco che le particolarità inerenti al microfita tali e quali furono avvertite dagli autori.

" Per l'osservazione microscopica del deposito ferruginoso,

---

(1) Bentivegna (R.) e Sclavo (A.). — *Un caso d'inquinamento in una conduttura di acqua potabile per lo sviluppo della « Crenothrix Kühniana »*. Rivista d'Igiene e sanità pubblica. Anno I, N. 1. 10 aprile 1890.

oltre all' esame diretto in acqua ed in soluzione naturale di cloruro sodico, si fecero dilacerazioni in glicerina semplice e lievemente acidulata con acido acetico e cloridrico „.

" All'ingrandimento di 500 diametri (*ob.* IV. 8, *oc.* N. 3, *tubo aperto, Koristka)* si trovarono abbondanti filamenti con membrana ben distinta, intrecciati in vario modo fra di loro a guisa di feltro „.

" La parete di tali filamenti, dotata di un riflesso giallastro, conteneva depositi di una sostanza granulare più scura, solo in parte solubile nell'acido cloridrico diluito (ossido e silicato di ferro) „.

" I varî filamenti differivano però molto fra di loro per dimensioni trasversali, alcuni non avendo uno spessore superiore ai 2-3 μ, altri invece raggiungendo quello di 9-10 μ „.

" Il contenuto poi di quest'ultimi si vedeva differenziato sotto forma di dischi o cilindri con parete laterale propria, allineati lungo la direzione del filamento „.

" Oltre a questi elementi spiccavano ancora nel campo microscopico numerosi corpuscoli rotondeggianti, muniti di doppio contorno, e delle dimensioni di circa un corpuscolo rosso umano „.

" In alcuni di essi si notava uno strozzamento diametrale più o meno accentuato „.

" Non raramente si incontrarono di tali corpuscoli uniti a coppie e tenuti insieme da un sottile involucro di sostanza dall'aspetto ialino (Fig. 2) „.

" Questo reperto microscopico risponde esattamente a quello descritto da Zopf e da altri per la Crenothrix Hühniana „ (!).

" Le culture a piatto in agar ed in gelatina, fatte dopo 12 ore con l'innesto preso dal deposito ferruginoso diedero luogo allo sviluppo di numerose colonie di batteri e di muffe „.

Per gli autori dunque riuscì facile di imbattersi in tutte le particolarità morfologiche descritte da Zopf e da altri per formulare la diagnosi di Crenothrix, tantochè dobbiam ritenere che se nella annessa Fig. 2, priva di minute spiegazioni, si vedono solo due tipi di filamenti e delle cellule sferiche isolate, o riunite a due a due, essi del resto abbiano passate in rivista anche le altre forme che si attribuiscono a questa specie.

Nel luglio del 1893 comparve la Crenothrix a Bamberg, nei pozzi III e IV, con grave danno del servizio dell'acqua pota-

bile, che nei successivi mesi di settembre e ottobre più fortemente ne risentì [1]. Da primo nell'acquedotto si scorsero dei sottili filamenti che furon ritenuti per " Vasseralgen (Fadenbachterien) „ appartenenti al gen. Crenothrix, non dannosi per la salute.

Come causa del subitaneo apparire della Crenotrix fu ritenuto il caldo eccessivo di quell'anno. L'acqua si colorì in gialliccio fino al bruno; ed i fiocchetti brunicci, ed i batteri morti la resero *inservibile ad ogni uso domestico.* Si temette che i condotti potessero in qualche punto venire ostruiti; e si cercò di far circolare l'acqua in tutti i tubi mantenendo attivi gli scarichi dei tratti terminali. Col sopraggiungere del freddo la Crenothrix diminuì, pur non mancando di persistere anche nel febbraio del '94.

Schmid di Francoforte, interpellato sui mezzi adatti per remuovere l'inconveniente, non seppe indicarne, ed espresse il parere che col tempo si sarebbe andato da se stesso ad eliminare. Nel pozzo IV, riscontrata nel settembre un'altra *alga,* la Beggiatoa, fu messo fuori d'uso fino al marzo del '94. L'ufficio di Bamberg addetto alle ricerche in proposito, e il direttore Schmid espressero opinioni discordi sulle cause della comparsa dei citati microfiti. Riaccentuatosi l'inconveniente nell'estate del 1894 (20 Betriebsjahr) andò a diminuire nell'autunno, ed a scomparire nell'inverno. Nel marzo del 1895 (21. Bet.) ricomparve; ma invece di vederlo aumentare col calore di quell'estate molto calda e asciutta, appunto nei mesi caldi notevolmente diminuì. Si ritenne allora che ciò dipendesse dall'essersi introdotta una certa regola nella derivazione dell'acqua dai pozzi, e che, con l'evitare grandi oscillazioni nella erogazione, e per conseguenza eliminato il soverchio pompare, come praticavasi negli anni precedenti, questa pratica avesse perfino fatto ottenere il vantaggio della immunità dalla " Crenothrix plage „. Nel 1896 non ricomparve più la Crenothrix [2] e nel successivo rapporto del 1897 non è neppure rammentata.

Le osservazioni fatte a Bamberg, pregevoli da alcuni lati, non si estendono alla struttura intima del microrganismo.

Non conoscendo ora altre ricerche speciali che della *Cren.*

---

[1] *Betriebs-Bericht des Wasserwerkes der Stadt Bamberg für das Jahr 1893-1894-1895.* Bet. 19, pag. 11-12; Bet. 20, pag. 18-19; Bet. 21. pag. 14-16.

[2] *Jurnal f. Gasb. und Wasserversorgung,* 1897, pag. 674, e n. 32, 6 agosto 1898

Kuhniana o polyspora direttamente si interessino, passerò a dare uno sguardo ad alcuni dei trattati che vanno ordinariamente per le mani di chi si occupa di questi studi, per vedere se almeno qui sia contenuta una buona guida alla sicura diagnosi della Crenothrix.

De Bary (1-2), Winter (3), Maggi (4), Arnould (5), Lustig (6), K. B. Lehmann (7), De Giaxa (8-9), Fraenkel (10), Mace (11-12), G. Roux (13), Wolffhügel (14), Rubner (15), Abba (16), Gaertner-Maggiora (17), Loeffler (18), Coreil (19), Lehmann e Neumann (20),

---

(1) De Bary (A.). — *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bacterien.* Leipzig, 1884, pag. 507-508, fig. 196.

(2) De Bary (A.). — *Vorlesungen über Bacterien.* Leipzig, 1885, pag. 59, fig. 5.

(3) Vinter (Georg). — *Die Pilze Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. I. Abtheilung.* Leipzig, 1884, pag. 42 e pag. 67.

(4) Maggi (L.) — *Acque potabili — esame microscopico.* Milano, 1887, pag. 324.

(5) Arnould (Jules) — *Nouveaux éléments d' Hygiène.* Paris, 1889, pag. 186.

(6) Lustig (Alessandro). — *Diagnostica dei batteri delle acque.* Torino, 1890, pag. 115.

(7) K. B. Lehmann. – *Die Methoden der Praktischen Hygiene.* Wiesbaden, 1890, pag. 95-96.

(8) De Giaxa (V.). — *Manuale d' Igiene pubblica.* Vallardi. Milano, 1890-91. pag. 332, fig. 70.

(9) De Giaxa. — *Compendio d' Igiene ad uso degli studenti e degli ufficiali sanitari,* pag. 237-238, fig. 154. Napoli, 1894.

(10) Fraenkel (Carlo). — *Manuale di Batteriologia ad uso degli studenti e dei medici pratici.* Torino, 1891, pag. 9.

(11) Mace (E.). — *Les substances alimentaires étudiées au microscope* ecc. Paris, 1891, pag. 467-468.

(12) Mace (E.) — *Traité pratique de Bactériologie.* Paris, 1892, pag. 680-682. fig. 201. — Paris, 1897, pag. 332, 333.

(13) Roux (Gabriel). — *Précis d' analyse microbiologique des eaux.* Paris, 1892, pag. 374-375, fig. 53 a pag. 277.

(14) Wolffhügel (G.). — *Provvigione d' acqua; nel trattato d' Igiene sociale di* F. Renk ecc. Trad. di Guelfo von Sommer. Napoli, 1893, pag. 360.

(15) Max Rubner. – *Lehrbuch der Hygiene* — (5 auflage) Leipzig und Wien 1895, pag. 906.

(16) Abba (Francesco). — *Manuale di Microscopia e Batteriologia applicate all' Igiene.* — Torino, 1896, pag. 257-258.

(17) Gaertner-Maggiora. — *Manuale d'Igiene per medici e studenti.* Libreria Vallardi, pag. 64, fig. 28.

(18) Loeffler (F.), Oesten (G), e Seudtner (R.). — *Wasserversorgung, Wasseruntersuchung und Wasserbeurteilung.* Jena. 1896, Cap. XII; pag. 726-727, fig. 17.

(19) Coreil (François). — *L' eau potable.* Paris, 1896, pag. 161-162.

(20) Lehmann (K. B.), Neumann (R.). — *Atlas und Grundniss der Bakteriologie und Lehrbuch der speciellen bakteriologischen Diagnostik.* Theil II, München, 1896, pag. 399-401, fig. 29 e 30.

Flügge [1], Ohlmüller [2], Fischer [3] ed altri molti, fanno menzione della Crenothrix; ma si limitano a dei cenni troppo incompleti, per lo più riproducendo le solite figure note di Cohn, di Zopf e di Gaertner e Tiemann.

Quest'ultimi, nell'edizione più recente del loro reputato manuale [4] osservano che la Crenothrix si trova diffusa in Europa, nell' America e nell' Asia, e che non può vivere se non nelle acque ove trovasi il ferro in quantità sufficiente, quantità che sembra non dover scendere, per litro, a mg. 0,3 di Fe O. La descrizione dei particolari morfologici del microfita non è altro che un riassunto dei migliori lavori sopra analizzati.

Ciò che Gaertner e Tiemann non riducono troppo agevole è il riconoscere le forme abituali della Crenothrix perchè, mentre nella Tav. II, fig. N.° 18, mostrano ad esempio il filamento *g* di Crenothrix distinto da quello *f* di Beggiatoa e da quello *h* di Cladothrix, per una speciale struttura interna, e per esser più grosso, nella Tav. V, alla fig. 41 *c*, adottata da molti trattatisti, i filamenti divengono come quelli dati per tipici della Cladothrix. E così fra i vari tipi di filamenti, e di aggregati filamentosi, si riesce a distinguere quelli che più corrispondono al vero (Tav. V, fig. 41 *d*) sol quando si sia prima posseduto ed imparato a conoscere il microfita.

Nella " Sylloge „ di Saccardo finalmente [5] la Crenothrix figura, conforme i concetti di Trevisan, in una tribù a parte delle **Schizomycetae**, con la diagnosi che riporto:

" Filamentis immobilibus, circiter 1 cm. longis, crassitudine variis, deorsum 1, 5-5μ., apice 6-9μ. latis, vaginis crassis, apice primo hyalinis, dein (ob materiem ferrugineam) refuscenti-brunneis saepeque incrustatis inclusis; articulis circiter diametro sesquilongioribus „.

---

(1) Flügge (C.). — *Die Mikrorganismen*. Leipzig, 1896. Zweiter Theil, pag. 76-77, fig. 27 *a*, 27 *b*.

(2) Ohlmüller (W.). — *Esame delle acque — Guida pratica ad uso dei laboratori e uffici d' Igiene*, ecc. Torino, 1897, pag. 119-120, fig. 63.

(3) D. Alfred Fischer. — *Vorlesungen über Bakterien*. Jena, 1887, pag. 34.

(4) Tiemann e Gaertner. — *Handbuch der Untersuchung und Beurtheilung der Wasser*. Braunschweig, 1895, pag. 435. Tav. II, fig. 18 *g*; Tav. III, fig. 41 *a*, 41 *b*; Tav. V, fig. 41 *c*, 41 *d*.

(5) Saccardo (P A.). — *Sylloge fungorum*. Vol. VIII. — *Schizomyceteae*. Auct. J. B. De Toni et V. Trevisan. Patavii, 1889, pag. 925-926.

“ *Hab.* in aquis stagnantibus vel raro lente fluentibus. — Vaginae primitus clausae, dein ob egressum aeque artrhosporarum, ac articolorum in organa multiplicationis conversorum apice apertae, ruptae. Glomeruli sporarum emissarum muco obvoluti ochra ferrugineo-brunnea saepe colorantur „ .

Quanto ho cercato di raccogliere in sè riassume lo stato attuale delle conoscenze nostre sulla così detta Crenothrix, riconosciuta e descritta come tale, a prescindere cioè da tutto ciò che trovasi sparso sotto vari nomi nella letteratura microbiologica e che i presenti studi faranno rientrare in questo capitolo.

Intanto il cenno bibliografico premesso fa senza dubbio sorgere il desiderio di vedere un po' più chiaro in un fenomeno che ha alta importanza e che è legato alla vita di un microrganismo così singolare e dal lato morfologico e da quello biologico.

Veniamo dunque alle ricerche che ho potuto fare sull' argomento.

§. III.

La Crenothrix in alcune sorgenti dell'acqua potabile di Pisa allacciate nel 1896.

L'acqua di Pisa si origina, come è noto, dalla **Valle delle Fonti di Asciano,** valle sottostante a sud-ovest del monte Faeta, divisa dalla Val d'Agnano a levante per mezzo di una giogaia detta di Costia grossa, separata a ponente dalla val d'Asciano per l'altra giogaia che pur si ricongiunge con la Faeta e che è detta di Costia piccola. Fino dall'anno 1890-91, d'infausta ricordanza per la grave epidemia tifica che colpì questo comune, il servizio si ridusse alla sola acqua da bere raccolta nella predetta Valle delle Fonti, perchè prima di utilizzare nuovamente la piccola contribuzione di valle d'Agnano, alla quale il Municipio aveva dei diritti, conveniva eseguire i lavori assai dispendiosi che in omaggio alla igiene erano stati suggeriti. Siccome peraltro il Municipio, anche dopo aver fatte le opere volute, sembra che non avrebbe potuto per tutto l'anno, e

specie nei periodi di magra, liberamente disporre dell'acqua d'Agnano, per questo fu convenuto, fra l'attuale proprietario della Tenuta d'Agnano ed il Municipio stesso, di cedere a quest'ultimo alcune zone di terreno situate nella valle d'Asciano, e precisamente nella pendice coltivata ad ulivi dell'ex proprietà Fusi. In queste zone era probabile il rinvenire alcune polle con portata non inferiore all'insieme dell'acqua abbandonata, col vantaggio però d'assicurare al Comune il pieno diritto di usufruire per sempre le sorgenti allacciate e ridotte in grado da corrispondere al più possibile alle esigenze igieniche.

Il dì 24 marzo del 1896 l'on. Consiglio comunale, consapevole di dovere escogitare ogni mezzo per vedere aumentata la scarsa quantità delle nostre acque potabili, approvò il progetto dei lavori da farsi nella citata pendice. Questo progetto, redatto con molta cura dal competente Ufficio Tecnico in data 14 marzo, già nel successivo giorno 16 aveva ricevuto sanzione e completamento dal lato igienico, interessandomi che fossero adottate certe norme la cui pratica utilità non poteva in seguito resultare meglio dimostrata.

Chiunque conosca il terreno fissato per queste ricerche d'acqua comprende subito quali difficoltà si presentino per il tecnico e per l'igienista che a tali ricerche debbano presiedere.

Il tecnico, inteso a rintracciare la maggior possibile quantità di vene, venuzze e stillicidi sopra un letto generalmente argilloso ed in mezzo ad uno spesso materasso di terreno di trasporto, sa bene che nessuna regola ha presieduto alla distribuzione o miscela della terra con i ciottoli, dell'argilla con i multiformi frantumi delle roccie, dei materiali fini con i detriti di varia forma, o con i blocchi erratici i più diversi. Egli *a priori* ignora dove precisamente dirigere lo scavo, nè può dire quanto converrà estenderlo in superficie e profondità. Sulla guida dei punti ove il terreno è sempre bagnato, o nei quali la vegetazione fa fede della permanente umidità, oppure sulla guida di qualche pollicina apparsa all'esterno, deve limitarsi a mettere allo scoperto tutte le vene che incontra e seguirne il capriccioso decorso. Ha pure l'obbligo di tener dietro ai fili d'acqua fino a profondità relativamente ragguardevoli, perchè in zone consimili bisogna insinuarsi assai per due scopi; e per aumentare la quantità delle prese, e per avere dei getti riuniti e

riparati al più possibile dalle influenze esterne, dagli inquinamenti.

L'igienista poi meno che mai può mettersi a sentenziare aprioristicamente, perchè basta aver presenziato questo genere di scavi; basta avere batteriologicamente controllato per anni e anni il risultato di simili allacciamenti, per aver acquistata la convinzione che, se non difficile riesce il ritrovare un po' d'acqua in mezzo a questi materassi di terreno di trasporto, posti sul dorso di roccie scistose e poco permeabili, molto problematico però è d'ottenere l'acqua stessa ben depurata. Messa poi allo scoperto una vena non inquinabile, difficile riesce di conservarla perennemente al sicuro da ogni inquinamento. Il terreno di queste valli è solo il caso che può offrircelo adatto per la naturale ed efficace protezione igienica ora di una, ora di altra scaturigine.

Possono risultare i getti inquinabili e perfino capaci di intorbidare durante le pioggie, per quanto accurata e perfetta l'esecuzione dei lavori.

In tali condizioni dovendosi fare le ricerche d'acqua per la città, e d'altra parte esigendosi dall'ufficio sanitario un parere chiaro e preciso prima dell'esecuzione dei lavori, perchè l'autorità tutoria tali lavori consentisse, mi espressi favorevolmente solo dal lato chimico, subordinando all'esito delle opere di presa il criterio batteriologico. Che dal lato chimico potevo pronunziarmi ben si desume dalla struttura dei terreni della pendice.

Questa, essendo costituita da un materasso che per la massima parte contiene materiali di sfacelo delle anageniti, degli scisti quarzoso talcosi, quindi di rocce con scarsissimi materiali solubili, non poteva dare che acqua con insignificante residuo fisso. Lo dimostrano le analisi eseguite dall'amico dott. D. Martelli nel gennaio del 1895 relative alla *1.ª Polla alta* ed alla fonte della *Ragnaia*, posta la prima all'estremo superiore della valle, la seconda nella parte più bassa. I campioni furono prelevati prima che fosse iniziato qualsiasi lavoro di presa. Eccone i resultati:

	I.ª Polla alta	**Ragnaia**
Temperatura ambiente	4°,5 C.	2°,5 C.
» dell'acqua	10°,6 C.	15°,6 C.

		I.ª Polla alta	Ragnaia
Durezza	Totale (gr. francesi)	11,25	8,93
	Permanente	4,73	3,57
	Transitoria	6,52	5,36
Residuo fisso	a 120° C. *per litro*	0,1706	0,1596
	a 180° C. » »	0,1680	0,1576
Anidride silicica		0,0120	0,0110
» solforica		0,0049	0,0034
Cloro		0,0289	0,0268
Ossido di calcio		0,0306	0,0300
» di magnesio		0,0408	0,0421
» di ferro		tracce	tracce
Sostanze ossidabili			
Permanganato potassico occorso		0,0047	0,0025
Ossigeno equivalente		0,0012	0,0006
Materia organica		0,0235	0,0125

Dal punto di vista batteriologico presentandosi il problema, per le ragioni avanti esposte, tutt'altro che di facile soluzione, credetti bene di far precedere la messa in opera dei lavori di allacciamento dalle norme dettate nei rapporti 1.° marzo 1895, N.° 45, e 16 marzo 1896, N.° 89, che possono riassumersi:

1. Nel seguire le vene acquee alla maggior possibile profondità;

2. Nel riservare a monte di ciascuna presa una sufficiente *zona di protezione* da ridursi a superficie regolarmente convessa con displuvi laterali; da privarsi delle piante coltivate (ulivi) per sostituirvi il prato naturale, e da cingersi in guisa da impedirvi l'accesso dell'uomo e degli animali;

3. Nell'isolare e mantener separati e sorvegliabili i singoli getti fino dalla loro origine, procurando di raccogliere le acque di quelli che non han decorso ascendente, ad un livello più basso del luogo di affioramento;

4. Nel proteggere i punti nei quali vengono a giorno i getti ritenuti utilizzabili mediante tutti gli artifici suggeriti dalla tecnica. (Corrispondono bene delle solide cappe di calcestruzzo rivestite di uno spesso mantello di argilla compressa, le quali abbiano l'unghia di fondazione insinuata nel terreno, o nella roccia non ancora smossa durante i lavori. È bene sorgano da un piano inferiore al punto di emergenza dei getti e che ab-

biano una specie di fossetta di drenaggio alla periferia esterna del loro fondamento. Tale fossetta, in località con sufficiente pendenza, potrà essere utilizzata per guidare a valle gli infiltramenti che giungano fino a queste cappe di difesa;

5. Nel procurare alle acque meteoriche, agli stillicidi, od alle vene superficiali incontrate nel fare gli scavi, un regime a parte fuori dei bottini di presa, bottini e gallerie che debbono difendere le acque allacciate da ogni possibile inquinamento;

6. Nell'agevolare le misurazioni periodiche delle portate dei getti applicando degli idrometri con bocca a battente ricavata in lastre di bronzo;

7. Nel curare che ogni galleria di presa abbia nell'interno uno scarico od un rifiuto a sè, atto ad allontanare le acque per la lavatura, quelle di filtrazione, o le altre giudicate non usufruibili;

8. Nel porre ogni vena acquea, sia pure di portata insignificante, in condizione da potersi escludere dal consumo con sicurezza ed in ogni momento, indipendentemente da quelle viciniori.

Oltrechè su altri particolari inerenti alla conduttura, ai giunti dei tubi di ghisa, ecc., insistei sul volere isolati ed intercettabili i singoli getti perchè, ultimati tutti i lavori, dovevano iniziarsi le ricerche fisico-chimico-batteriologiche necessarie per giudicare ad una ad una le acque allacciate.

Così fu fatto, ed il progetto ebbe esecuzione con la stessa cura con la quale il distintissimo ing. Vittorio Tognetti intese a compilarlo.

Alla quota 111,42 sorse il Bottino della **Prima polla alta** dove fan capo tre getti, il secondo dei quali ha la portata maggiore di tutti quelli esistenti nella così detta valle della Piantata. Infatti i due getti laterali sono ricevuti da cannelle di piombo del diametro di 15 mm. mentre appena serve per ricevere l'acqua della polla centrale un tubo del diametro di mm. 35. Percorso un breve tratto di galleria i tubi si scaricano in una pila di calma ben fatta e rivestita di cemento, dalla quale l'acqua passa in altra pila avente l'idrometro. Dall'annessa pila di raccolta viene poi condotta al sottostante bottino con un tubo di ghisa di piccolo diametro. Questo bottino situato alla quota di circa 105, è detto della **Seconda e terza polla alta** e riceve

l'acqua da due gallerie assai profonde aventi ciascuna un piccolo getto che sgorga in una pila a comune, dopo aver percorso la respettiva galleria in tubi di cemento. Notisi che ogni pila di raccolta ha il suo rifiuto, e che il tubo di ghisa di ciascun bottino è sempre munito di saracinesca nei punti di scarico o di congiunzione con i bottini posti a valle.

L'acqua della seconda e terza polla alta passa inoltre al terzo bottino, detto della **Quarta polla alta**, situato alla quota 97, 40. Qui vi è un solo getto utilizzato, per quanto nell'interno del bottino stesso si veda scorrere da un tubo in cemento un po' d'acqua che aumenta ed intorba al primo cadere delle pioggie. Quest'acqua subsuperficiale si scarica fuori dell'edificio di presa e non ha alcuna possibile comunicazione con la conduttura. Ancora più in basso, e sulla sinistra del botrello della Piantata, alla quota 67, 50, v'è il bottino detto della **Piantata**, che attualmente raccoglie l'acqua di 7 getti separati, essendone stati soppressi due che, poco dopo il termine dei lavori, cessarono di dare acqua. L'Ufficio tecnico ben superò le difficoltà che vi erano di proteggere la galleria di presa dalla influenza dell'attiguo botro. L'acqua di questa presa, in tubo di ghisa, va a ricongiungersi con quella del **Pino**, alla quota 54, 19.

Al **Pino** si trovano 9 getti che provengono dall'interno della galleria d'allacciamento guidati alla pila di calma per mezzo di tubi di piombo, che al solito prendono l'acqua dai singoli punti di affioramento. Come in altre platee di presa si trovarono in questa delle pollicine con decorso ascendente, prossime ad altre più o meno discendenti al livello dell'argilla. Le acque della Piantata, assieme a quelle del Pino, riunitesi con quelle dei bottini più alti il cui tubo scende al botro della Ragnaia, vanno tutte a raccogliersi nel bottino detto della **Ragnaia**, d'onde parte, alla quota di 33, 75, il tubo forzato che le scarica nel condotto maestro della *Valle delle fonti.*

Il bottino della **Ragnaia** mette direttamente ad una galleria d'allacciamento ove si vedono separate 13 pollicine, che versano il loro contributo nella pila di calma per mezzo esse pure di tubetti di piombo. Per dare un'idea del valore di queste prese relativamente alla loro portata, od in altri termini, per valutare il benefizio ottenuto in rapporto alla quantità dell'acqua acquistata, riferirò il resultato delle misure mensili fatte

fino dall'inizio dei lavori. Tali misure si praticano regolarmente in Asciano per tutte le prese d'acqua allo scadere della 1.ª e della 2.ª metà di ogni mese. Le cifre relative alle portate *massime* e *minime* si pongano in relazione con gli annessi dati pluviometrici.

	1.ª Polla alta		2.ª Polla alta		3.ª Polla alta		4.ª Polla alta		Pioggia del mese in m/m	Giorni piovosi
1896	1.ª	2.ª	1.ª	2.ª	1.ª	2.ª	1.ª	2.ª		
Maggio . .	—	**0,406**	0,033	—	0,085	—	—	—	123,3	13
Giugno . .	0,435	0,463	0,033	**0,029**	0,083	0,090	0,086	0,082	99,7	7
Luglio . .	0,440	0,473	0,029	0,034	**0,078**	0,080	0,077	0,082	68,4	6
Agosto . .	0,442	0,497	0,029	0,033	0,079	0,091	0,080	0,093	143,0	17
Settembre .	0,489	0,480	0,030	0,030	0,088	0,090	0,094	0,094	162,5	12
Ottobre . .	0,564	0,641	0,039	0,042	0,100	0,112	0,104	0,067	184,2	21
Novembre .	0,674	0,627	0,044	0,040	0,123	0,119	0,077	**0,071**	155,4	15
Dicembre .	**0,742**	0,646	**0,053**	0,052	0,138	**0,159**	0,103	**0,105**	174,7	16
1897										
Gennaio .	0,947	**1,155**	0,061	0,071	0,172	0,180	0,106	**0,113**	97,8	20
Febbraio .	1,052	1,035	**0,072**	0,071	0,195	0,190	0,112	0,108	17,9	4
Marzo . .	0,950	0,937	0,070	0,070	0,189	0,189	0,105	0,105	65,3	11
Aprile . .	0,957	0,882	0,069	0,062	0,185	0,177	0,102	0,100	52,2	12
Maggio . .	0,909	0,857	0,061	0,057	0,176	0,167	0,096	0,093	58,6	11
Giugno . .	0,440	0,772	0,053	0,052	0,167	0,158	0,089	0,084	20,4	8
Luglio . .	0,762	0,749	0,052	0,048	0,160	0,153	0,084	0,080	57,9	6
Agosto . .	0,723	0,696	0,048	0,045	0,148	0,141	0,080	0,074	68,6	6
Settembre .	0,675	0,653	0,047	0,046	0,140	0,129	0,080	0,077	97,6	9
Ottobre . .	**0,539**	0,622	0,047	0,044	0,133	**0,271**	0,074	0,071	146,8	12
Novembre .	0,607	0,590	**0,043**	0,049	**0,123**	0,120	0,069	0,180	48,3	7
Dicembre .	0,590	0,582	0,046	0,055	0,136	0,120	0,063	0,063	118,0	12
1898										
Gennaio .	0,588	0,539	0,040	0,039	0,113	0,110	0,094	0,073	52,6	9
Febbraio .	0,520	**0,696**	0,038	**0,072**	0,106	0,117	0,073	**0,112**	110,5	6
Marzo . .	0,512	0,566	**0,035**	0,061	**0,102**	0,118	**0,063**	0,069	135,9	14
Aprile . .	**0,511**	0,565	0,039	0,056	0,107	**0,127**	0,074	0,080	229,9	14
Maggio . .	0,539	0,548	0,038	0,040	0,114	0,113	0,074	0,078	94,4	11
Giugno . .	0,574	0,607	0,041	0,048	0,116	0,124	0,074	0,080	66,7	4
Luglio . .	0,590	0,590	0,043	0,042	0,120	0,119	0,074	0,074	158,5	6

	Polle della Piantata		Polle del Pino		Polle della Ragnaia		Pioggia del mese in m/m	Giorni piovosi
1896	1.ª	2.ª	1.ª	2.ª	1.ª	2.ª		
Maggio . .	—	—	—	—	—	—	123,3	13
Giugno . .	0,222	0,200	0,239	0,220	0,390	0,388	99,7	7
Luglio . .	0,191	0,186	0,224	0,235	**0,381**	0,415	68,4	6
Agosto . .	0,190	0,193	0,223	0,240	0,410	0,451	143,0	17
Settembre .	0,203	**0,183**	0,233	0,236	0,414	0,410	162,5	12
Ottobre . .	0,201	0,226	0,251	**0,214**	0,422	0,435	184,2	21
Novembre .	0,199	0,197	0,263	**0.276**	0,424	0,457	155,4	15
Dicembre .	0,218	**0,229**	0,225	0,253	**0,457**	0,447	174,7	16
1897								
Gennaio .	0,227	0,235	0,250	**0,293**	**0,500**	0,435	97,8	20
Febbraio .	0,245	0,248	0,219	0,227	0,434	0,437	17,9	4
Marzo . .	0,241	0,220	0,277	0,200	0,435	**0,326**	65,3	11
Aprile . .	0,224	0,234	0,200	0,204	0,448	0,452	52,2	12
Maggio . .	0,231	0,225	0,199	0,198	0,434	0,413	58,6	11
Giugno . .	0,203	**0,182**	0,198	0,177	0,415	0,415	20,4	8
Luglio . .	0,158	0,216	0,234	0,188	0,415	0,394	57,9	6
Agosto . .	0,216	0,241	0,188	0,188	0,439	0,397	68,6	6
Settembre .	**0,257**	0,189	0,208	0,208	0,415	0,402	97,6	9
Ottobre . .	0,189	0,185	0,226	**0,140**	0,415	0,415	146,8	12
Novembre .	0,203	0,203	0,198	0,198	0,415	0,388	48,3	7
Dicembre .	0,203	0,196	0,198	0,198	0,379	0,361	118,0	12
1898								
Gennaio .	0,196	0,196	0,198	0,177	0,415	0,397	52,6	9
Febbraio .	0,194	**0,189**	0,177	0,177	0,397	0,536	110,5	6
Marzo . .	0,192	0,193	0,188	0,198	0,415	**0,464**	135,9	14
Aprile . .	0,196	**0,189**	**0,208**	**0,166**	0,415	0,563	229,9	14
Maggio . .	**0,203**	0,199	0,177	0,198	0,406	0,415	94,4	11
Giugno . .	0,196	0,196	0,182	0,177	0,406	0,397	66,7	4
Luglio . .	0,196	0,196	0,177	0,177	0,397	**0,388**	158,5	6

L' esposte cifre servono per dare un indice dell' aumento d' acqua procurato alla città, più assai che per fornire i dati preziosi ai quali per lunga esperienza credo dovere assegnare il primo posto per dare un giudizio sulla inquinabilità di una

sorgiva [1], perchè perdono della loro importanza le misure che si riferiscono ad un insieme di getti che siano sottoposti, come succede nei terreni di riporto, pur trovandosi vicinissimi l'uno con l'altro, ad una protezione igienica della più varia efficacia. Dal momento che può accadere che una o più delle venuzze d'acqua facenti parte del getto complessivo che si misura, aumenti rapidamente dopo un acquazzone, intorbidi, inquini le altre, senza rendere ciò avvertibile con l'idrometro, ben si capisce come questo istrumento, nel caso nostro, renda servigi assai limitati. Se è ad esempio un filo d'acqua (e da noi non ne mancano) che, sotto l'influenza direttissima della pioggia, trasporti seco parte delle immondezze capitate sul terreno sovrastante, duplicando o quadruplicando la sua portata, mentre getti relativamente raguardevoli si trovano magari nella fase di decremento per l'influenza di un precedente periodo di siccità, il fatto, se non sorpreso al momento dall'igienista, può benissimo sfuggire del tutto, eppure esser capace di produrre lamentevoli conseguenze. Del resto sono tali e tante le circostanze per cui una o due misure mensili, fatte soltanto in periodi prestabiliti, o fissi, e relative ad un complesso di scaturigini, possono perdere della loro importanza dal lato igienico, da non valere la pena di dilungarsi a dimostrarlo.

Lo stesso dicasi per la temperatura che non sia presa polla per polla.

Siccome però alla valutazione proficua della portata delle singole sorgenti io non potevo rinunciare, perchè mi sarebbe mancato uno degli elementi indispensabili per giudicare di queste acque, cercai di supplire come meglio potevo recandomi sopra luogo nei periodi che chiamerò *utili*, per tener conto delle oscillazioni relative alla portata, alla temperatura, ed all'insieme dei caratteri fisico-chimico-batteriologici relativi alle singole cannelle di ciascun Bottino di allacciamento. Dirò subito che le osservazioni ben fatte servono sempre; ma che io comprendo nei detti *periodi utili* più specialmente quelle che si praticano durante la precipitazione di forti acquazzoni, nelle epoche di

---

[1] Gasperini (G.), *Ricerche e studi per la salubrità dell'acqua potabile di Pisa* (cenno preventivo) *Processi verb.* di questa Soc., adunanza del dì 26 gennaio 1896.

siccità, e nei giorni successivi ad abbondanti pioggie (30-60 e più millimetri in 12-24 ore).

Premevano dunque accurati studi su queste polle perchè, ultimati i lavori per la loro immissione nell'acquedotto mediceo, appena capitato il bisogno di usufruirle, dovevamo sapere di che qualità di acqua si disponeva per la città. Nel recarmi sopra luogo per le analisi non omisi mai di ispezionare i singoli getti nel punto del loro affioramento. In generale si usa con muri a secco, o con altre opere che si vogliono giustificate per conferire stabilità alle prese, si usa dico di nascondere la piccola area dove le sorgenti affiorano. Ma essendo i nostri getti di Asciano fino dalle origini sgombri ed accessibili, potei sempre eseguire le ispezioni col profitto voluto.

Tutto procedeva regolamente quando nel giorno 25 dicembre del 1896 mi accadde di notare nel fondo della galleria del "*Pino*" e precisamente all'origine del getto n. 6 un deposito fioccoso, di colore ocraceo, diverso da altro deposito ocraceo osservato precedentemente e nello stesso giorno al fondo della pila della seconda e terza polla alta. In quest'ultima pila v'erano dei detriti che giudicai inorganici, derivanti cioè dalla corrosione del letto argilloso e schistoso dove passano le vene acquee, vene che trasportano le minutissime particelle terrose, ricche di composti ferrici e perciò ocracee, specialmente sotto l'influenza diretta delle pioggie.

I fiocchi ocracei invece, visti alla origine della polla n. 6 del Pino, la quale mai era intorbidata durante le pioggie, mi colpirono subito per le loro caratteristiche di sostanza apparentemente organica e vitale.

Giova premettere che mentre le altre polle erano state allacciate, sia infiggendo un tubo di cemento nel punto di emergenza di quelle a decorso ascendente, sia isolando e mantenendo ben visibile la bocca d'efflusso di quelle a decorso quasi orizzontale, o addirittura discendente, per la polla n. 6 fu derogato da tale norma. Scavi ulteriori mi dimostrarono che questa polla n. 6 nient' altro rappresentava se non che la riunione di più venuzze che andavano a far capo ad una cannella di terra cotta, cannella che era stata malamente nascosta da alcuni frammenti di anagenite posti a secco (secondo i vecchi e banditi sistemi) nel fondo della piccola cunetta di allaccia-

mento. Questa cunetta poi aveva per piano inferiore il terreno sciolto e melmoso, e per lati i muri di sostegno della cunetta chiusa superiormente a volta.

Dal lato anteriore v'era stata posta una lastra di zinco murata a cemento, lastra che si elevava dal piano della cunetta e della galleria appena di 5 centimetri, tanto cioè quanto bastava per far inalzare l'acqua fino al tubo di piombo addetto allo scarico nella pila di calma.

L'origine *visibile* di questa polla n. 6 era dunque rappresentata dal piano melmoso della cunetta, dove si elevava l'acqua che discendeva dalla nascosta cannella, passando attraverso la parete a secco.

Nel fondo della pila di calma, dove fan capo tutti i getti della galleria del Pino, già avevo notato un sottile rivestimento ocraceo che reclamava frequenti ripuliture per parte del fontanaio. Ma di questo deposito, apparentemente identico a quello della pila della seconda e terza polla alta, non riuscivo a rendermi ragione, perchè è bene ripeterlo, le polle del Pino non si erano viste intorbidare durante le pioggie. Ogni qual volta mi recavo a prelevare i campioni ai getti della pila di calma, l'acqua era sempre perfettamente limpida, il che, pur lasciando nel buio l'origine del deposito ocraceo, mi rassicurava alquanto.

Visti però i leggieri fiocchi sospesi nel fondo della cunetta sopra descritta, tolsi subito fuori d'uso la polla n. 6 sospettandola infetta dalla Crenothrix, ed iniziai sul fenomeno osservato tutte quelle indagini che giudicai adatte a farmelo conoscere ne' suoi particolari.

Nel raccogliere la sostanza ocracea fioccosa, che stava sospesa verso il fondo della cunetta, vidi che risentiva tutti i movimenti impressi all'acqua, come succede delle alghe, e che era tanto leggiera da presentare alcuni frammenti addirittura galleggianti. Raccolto questo deposito in tubi da saggio si vede che gli innumerevoli fiocchetti di varia dimensione che lo costituiscono cadono lentamente al fondo, e l'uno va a poggiarsi lievemente sull'altro, costituendo una massa soffice e non compatta o serrata. L'acqua sovrastante, e quella fra mezzo ai conglomerati ocracei è limpida ed affatto incolora. Se si decanta l'acqua di un recipiente e si va per palpare questi straccettini, dei quali alcuni sono lunghi più di 1 cent., scivolano fra mano; e se la

massa si rende più asciutta, si palpano meglio, ricevendone l'impressione di sostanza molliccia, quasi untuosa, come succede dei fiocchetti delle Saprolegne e delle Beggiatoa. La differenza però sta in questo che, comprimendo la Crenothrix, ci troviamo fra i polpastrelli come della sostanza pulverulenta, argillosa con qualche granello solido, senza alcun senso di sostanza organizzata.

Trattando questi depositi ocracei con idrato potassico o sodico non si avverte alcuna modificazione, tranne un lieve accentuarsi del colorito che volge al *ferrugineus* carico. Con ammoniaca i fiocchi ocracei restano inalterati. Con acido solforico avviene una rapida scomparsa della sostanza fioccosa, restando al fondo dei tubi da saggio un lievissimo residuo scolorato, mentre il liquido si fa limpido ed incoloro. Con acido idroclorico succede lo stesso fatto della scomparsa dei cespugli; ma il liquido prende il colore citrino del cloruro ferrico diluito.

Con soluzione di acido acetico il liquido più a contatto con i cespugli si carica lentamente del colore ocraceo, il quale, agitando, si diffonde, senza che la sostanza fioccosa veda alterarsi per volume o per forma.

Con acido ossalico invece i fiocchi scompaiono con tanta maggior rapidità quanto più concentrata è la soluzione che si adopera, proprio come avviene con i citati acidi minerali, risultando pure di color citrino il liquido che rimane, e che lascia cadere al fondo solo qualche tenue detrito bianco-gialliccio.

Se si passa al trattamento dei cespugli con alcole etilico, alcole amilico, etere, cloroformio, benzina e solfuro di carbonio, nessuna traccia di colore si vede sciogliere. Con l'ebullizione i fiocchettini non si alterano. Essiccando il liquido, o lasciando che si evapori all'ambiente, la sostanza fioccosa si riduce moltissimo di volume; prende l'aspetto di polvere inorganica, ed è incapace di riacquistare i primitivi caratteri fisici e macroscopici.

Caratteri microscopici. — Ho esaminato la sostanza fioccosa direttamente in acqua e sopra luogo; ne ho proseguito lo studio in laboratorio col sussidio di materie coloranti e di reattivi, ed ho tenuto dietro alle modificazioni subìte a distanza varia dal prelevamento.

Interessa ora fissare le caratteristiche microscopiche dei

cespugli di colore *cremeus* ed *ochroleucus* che primi potei osservare fino dal dicembre del 1896.

Esaminati a fresco, nella stessa acqua della polla n. 6 del Pino, e subito dopo la presa, si presentano costituiti da un intreccio di sottilissimi filamenti. Sottoposti ad un ingrandimento sufficiente vi si nota un ammasso principale di filamenti isodiametrici, di colore ocraceo più o meno intenso, variamente intrecciati fra di loro, ed i più ricurvati, serpiginosi, lunghissimi. Questi filamenti, dai quali sembra che i cespugli siano esclusivamente formati, hanno un diametro che oscilla fra μ 1, 3 e μ 1, 7, essendo quelli più sottili con parete quasi del tutto incolora, e quelli del maggior diametro con parete più netta, assai più cupa, molto rifrangente. Nei filamenti nettamente ocracei, tav. VIII, fig. 1, *a*, come in tutti gli altri ove c'è vestigio di colore *cremeus* alle pareti, non si riesce ad avvertire alcuna differenziazione del contenuto. Nessun granulo, nessun addensamento protoplasmatico, nessun corpuscolo rifrangente, nessun movimento. Sono come tubicini vitrei, organoidi, con pareti liscie, di forma regolarmente cilindrici, nei quali, se più colorati, si rende bene apprezzabile come una linea scura continua ed omogenea verso l'asse dei filamenti stessi; ma nei quali mancano le fondamentali caratteristiche dei veri e propri corpi organizzati, o provvisti di vitalità.

Hanno gli estremi troncati, non mostrano ramificazioni.

Proseguendo nell'esame a fresco di questi finissimi intrecci filamentosi si riesce a scorgervi frammisti degli altri fili perfettamente incolori, che focheggiando si rendono avvertibili per la loro rifrangibilità.

Di questi filamenti alcuni sono di un diametro eguale a quello degli altri fili dove comincia a formarsi la membrana ocracea, (μ 1, 3. 1, 5), altri di un diametro che oscilla fra μ 2, 8 e μ 3.

Tanto gli uni che gli altri si vedono costituiti come da articoli bacilliformi, ed hanno movimento di progressione oscillarioide.

Quelli più sottili presentano articoli di varia lunghezza, tav. VIII, fig. 1, *c*, e fig. 3, nè si muovono soltanto quando si trovano isolati. Anzi devesi al movimento oscillatorio proprio delle singole ramificazioni l'aver potuto stabilire che le ramificazioni stesse sono vere e non false.

Si noti infatti che i rami restano uniti nei vari modi ritratti nelle citate figure, nonostante il loro manifesto e continuo movimento in goccia pendente. Talora gli articoli costituenti questi microrganismi filiformi e ramificati raggiungono la lunghezza di 2 e 4 μ; talora invece si vedono molto corti, con gli estremi di contatto tagliati normalmente all'asse, quindi senza accenni di curvatura. In date incidenze di luce si mostrano contornati come da un alone chiaro che tenga uniti gli articoli.

Nei filamenti ialini più grossi non si vedono ramificazioni. Sono anch'essi però dotati di protoplasma finamente granuloso e di alone chiaro. La lunghezza dei loro articoli varia fra μ 6, 5 e μ 8. Fra questi filamenti grossi e mobili se ne avvertono dei tratti, uniti od isolati, tav. VIII, fig. 1, *b*, nei quali è manifesta la bipartizione in forme più corte e sferiche. Tanto il movimento dei filamenti lunghi quanto quello dei frammenti corti ed isolati, partecipa più del moto proprio dei tricomi delle oscillarie, di quello che del movimento di alcuni veri e propri bacilli filamentosi.

Rilevata così la costituzione dei cespuglini tralascio di entrare in particolari relativi ai detriti inorganici ed alla presenza di altri corpi organizzati. In questi primi esami del resto le impurità, od in altri termini, ciò che è, o sembra estraneo ai filamenti descritti, non si presentò che come un fatto del tutto eccezionale.

Passando all'indagine dei cespuglini con l'aiuto di materie coloranti (azzurro di metile, violetto di genziana, fucsina, eosina, ematossilina e tintura d'iodio) vidi in generale restare incolori i filamenti organoidi; colorarsi facilmente e intensamente quelli che erano incolori, ed in questi, a seconda delle soluzioni adoperate, ben apprezzarsi dei fenomeni plasmolitici. Istruttivo sotto tale punto di vista è l'esame con la tintura iodica.

Nei cespugli che han subìto tale trattamento si vede che prendono un colore iodico più intenso i filamenti privi di guaina ferrica, mentre i soliti cilindri vitrei restano sbiaditi. Fra questi però non è raro trovarne alcuni dirò così animati. Si vede nel loro interno come un sottilissimo filamento spezzato in tanti articoli più o meno lunghi, i quali, od occupano regolarmente l'asse della guaina ferrica, o vi si dispongono in modo affatto irregolare, obliquandosi in direzioni diverse.

Questi filamenti, i cui articoli per lo più distano molto fra di loro, hanno lo stesso aspetto di altri sottili filamenti spezzati che si vedono frammisti ai cilindri organoidi predominanti. Siffatta identità di comportamento con l'iodio, di dimensione e di forma fra le catene libere e quelle situate entro alcuni filamenti provvisti di guaina ferrica, ha un'importanza che non può sfuggire ad alcuno.

I soliti cespuglini ocracei, che per altre reazioni, oltre quelle già accennate, mi erano risultati composti da ossido-idrato ferrico, mi accorsi che conveniva esaminarli preferibilmente *sotto l'azione dell'acido ossalico.*

Da prima raccolsi quei frammenti che cadono al fondo delle soluzioni ossaliche ove scompaiono i cespugli ocracei; ma operando in tal modo non possono apprezzarsi quei particolari così chiari e dimostrativi come quando si fa agire il solvente sotto il campo del microscopio, fissando bene i filamenti sui quali si agisce.

Con questo metodo potei avere la conferma di ciò che i precedenti esami avevano fatto intravedere. Di fatti, scelto un cespuglino e da un lato del coprioggetti facendo agire il solvente con la voluta delicatezza perchè la corrente del liquido non asporti l'intreccio che si osserva, non riesce difficile, usando soluzioni tenui, di presenziare la scomparsa delle guaine ferriche nel modo rappresentato dalla Tav. VIII fig. 4.

Restano così dei filamenti ialini sottilissimi, alcuni dei quali continui, senza vestigio di interruzioni; altri con linee trasversali più rifrangenti che segnano il confine fra articolo ed articolo non ancora bene individualizzato; altri pochi, pure ialini, continui, ma con una serie irregolare di punti rifrangenti, come si trattasse di endopore in formazione disposte a catenelle; la maggior parte però costituiti da articoli di lunghezza molto svariata e più o meno fra di loro distanti, presentandosi in generale con la fisonomia ritratta nella citata figura.

Ciò che pure si rileva da questi esami si è che i filamenti continui, o spezzati, che restano dopo l'azione dell'acido ossalico, sono in numero molto minore dei filamenti ocracei preesistenti. Manifestamente dunque nella costituzione di questi intrecci filamentosi ve ne sono alcuni che non lasciano traccia veruna dopo che la loro guaina è stata disciolta. Il diametro

dei filamenti articolati residui oscilla fra μ 0,8 e μ 1,7. I singoli articoli poi si comportano con l'iodio e con le materie coloranti come i filamenti non ancora rivestiti di guaina.

Fissate queste particolarità dirò poi dell'osservazioni continuate, dei tentativi di cultura e di altre ricerche sperimentali eseguite; ma prima di andare oltre mi preme di avvertire che *in Asciano, la constatazione della Crenothrix è passata senza alcuna conseguenza pel servizio dell'acqua potabile.*

Tolta fuori d'uso la polla N.° 6 del Pino, la cui portata minima appena giungeva a lit. al 1″0,020, si procedette alla disinfezione con latte di calce, preparato sulla località, del piccolo tratto di tubolatura in ghisa, dal quale, con gli scarichi, si vedevano fuoriuscire dei fiocchetti ocracei. Eguale e generosa disinfezione fu ripetuta nelle pile ed in tutta la galleria di presa del Pino. Con soluzioni concentrate di acidi minerali, con ogni mezzo, si tentò di far cessare la vegetazione ocracea comparsa nella cuccetta del getto N.° 6; ma riuscito vano ogni tentativo, si ricorse perfino a farne di nuovo l'allacciamento. Gli scavi praticati ci confermarono che questa polla N.° 6 non era altro che la risultante di tre insignificanti fili d'acqua, non troppo profondi, due dei quali, per quanto presi separatamente, continuano tuttora a produrre Crenothrix ed a rivestirne i tubi di piombo; il terzo non ne ha più mostrato alcun vestigio.

Le due pollicine con Crenothrix, in ordine ai criteri della facile esclusione dal consumo dei getti non usufruibili, si mantengono fuori di ogni e qualunque rapporto con le scaturigini utilizzate.

Ci è poi facilmente riuscito di difendere le polle della **Piantata** dai trapelamenti ocracei che avvenivano lungo i muri delle gallerie di allacciamento. In queste efflorescenze di colore ocraceo vivo si trovarono gli stessi filamenti organoidi, ed i medesimi filamenti ialini che abbiam visto al bottino del Pino; ma con un buon intonaco di cemento Portland le acque della Piantata sono state protette. La rigogliosa vegetazione di Crenothrix constatata in una fossetta superficiale presso le polle del Pino, e precisamente nei punti di affioramento al fondo della fossa di alcuni gemizii subsuperficiali, dopo due anni da quando vi comparve, è scomparsa del tutto. Senza dubbio possiamo affermare che devesi al modo esemplare col quale furon condotti i

lavori di allacciamento in questa pendice se siamo riusciti a trovarvi un po' di acqua garantita da inquinamenti temibili, superando le molte difficoltà che anche per opera della Crenothrix ivi diffusa ci si erano presentate.

§. VI.

Ispezione a Corneto Tarquinia.

Essendo noto per opera dei ch. Prof. R. Bentivegna ed A. Sclavo che alla fonte pubblica di Corneto Tarquinia si beveva acqua di sapore ed odore nauseanti, principalmente per causa dello sviluppo nei tubi di ghisa della Crenothrix Kühniana, valendomi dell'amico D. Ugo Rosi, direttore dell'Ospedale di quella Città, cercai di procurarmi delle notizie per sapere se l'inconveniente colà persisteva, e se in tal caso avesse subìto delle modificazioni. Interpellato l'egregio Ing. Grispini Cammillo ed il fontaniere Adamo Pacini, mi si assicurò che alla fonte pubblica seguitava a giungere l'acqua con cattivo odore, e con lo stesso sapore sgradevole che vi si notò in passato. Di più, che nei tubi di ghisa smaltati si aveva la formazione della materia bruna ed untuosa che avevano studiata Sclavo e Bentivegna. Le differenze, secondo il parere comunicatomi, erano solo relative ad una diminuzione della quantità dell'inconveniente; ma non della qualità. Dopo ciò venni inviato sul posto, riconosciuto giusto il desiderio di istituire ricerche comparative con quanto erasi verificato in Asciano.

La mattina del 6 maggio 1897 fui alla sorgente delle *Trocche*. Di qui l'acqua va nel vicino serbatoio ove pesca il tubo succhiatore di una pompa che spinge l'acqua stessa al pozzetto della vigna degli archi (vigna Marzi) attraverso una tubulatura in ghisa. Da questo pozzetto, come ben si rileva dalla memoria dei citati aut., l'acqua scorre in conduttura libera fino alla città.

La sorgente delle Trocche è guidata a giorno da uno strato argilloso ed è stata allacciata per mezzo di una galleria e di una cunetta, che passano sotto un orto che vidi coltivato.

Le pareti della cunetta e della galleria non sono impermeabili. Dopo le pioggie la polla aumenta di portata assai rapida-

mente, ma non intorba; e durante gli acquazzoni penetrano nella galleria non poche impurità dalle fessure dell'uscio d'accesso. Prelevai un campione dell'acqua nella parte più profonda del cunicolo di presa, dove alle ore 8, 50, essendo la temp. ambiente 18°, 8 C. la temp. dell'acqua ascendeva a 16°, 2 C. Dal saggio batteriologico fatto sul posto con la gelatina di Koch e con le fiaschette del Petruschky riscontrai in seguito che non erano numerabili le colonie delle fiaschette che avevano ricevuto $^1/_{10}$ e $^1/_2$ cm.^{3} d'acqua. Nelle fiaschette con $^1/_{20}$ di cm.^{3} verificai una media di 840 col. per cm.^{3} di cui 340 liquef., con un complesso di 5 specie.

Passando al bottino ove trovasi il tubo succhiatore della pompa trovai galleggianti delle sfere cristalline, proprie delle acque ricche di sali. Il saggio batteriologico fatto col metodo suddetto dette per risultato: colonie p. cm.^{3}, n. 1010, di cui 450 liquef. Totale delle specie 5. Le pareti interne di questo piccolo serbatoio erano state rivestite di cemento fino al massimo livello cui può arrivare l'acqua; ma neppur qui si era pensato a difendere l'acqua stessa dagl'inquinamenti che provengono dall'uscetto d'accesso, e dai trapelamenti al livello del terreno. Nè ciò ha poca importanza, poichè la stessa sorgente alimenta un vicinissimo abbeveratoio che serve a richiamare lì attorno non pochi animali.

Dal fondo della galleria della sorgente, che dà acqua limpidissima, dal pilone che serve per abbeverare il bestiame, dalle pareti e dal fondo del serbatoio addetto al tubo della pompa, presi quel deposito che potei avere, non vedendovi incrostazioni di sorta nè di colore ocraceo, ne giallo verdastre, nè brune.

Dopo avere esaminata la pompa in funzione, mi feci smontare alcuni tubi del tratto ascendente situato fra la pompa stessa e la vigna degli archi. Su questo tratto dell'acquedotto doveva posarsi la mia attenzione perchè il fontaniere insisteva nell'affermare che, quando la pompa non funzionava, si rendeva necessario scaricare il tubo di ghisa per tenerlo al più possibile pulito, *e che si doveva a questi scarichi interrotti se gli inconvenienti da tanto tempo lamentati si erano ridotti di minore entità.* Lasciando ferma l'acqua nel tubo ascendente aumenta il cattivo odore, aumenta la produzione della materia bruna,

peggiorano in altri termini le condizioni del servizio. Tagliato in mia presenza un tratto di tubolatura, vidi subito come la superficie interna dei tubi smaltati di 60 millimetri era ricoperta d' un sottile strato brunastro che si esfoliava facilmente. Questo rivestimento era determinato da una sostanza untuosa al tatto, di colore scuro, e di odore molto ingrato. Otturato un tubo alle due estremità lo inviai a Pisa per le analisi da farsi in laboratorio. Prelevai altro materiale per l'esame microscopico immediato avendo meco tutto l'occorrente.

Passando dalla vigna degli archi, sempre accompagnato dal fontaniere, mi calai nel bottino donde parte il tubo in coccio, e qui pure raccolsi il deposito scuro, untuoso, in qualche punto gelatinoso, riconosciuto anch'esso per i caratteri macroscopici perfettamente identico a quello che vi era molti anni prima.

Volli infine prendere anche un poco di quelle efflorescenze travertinose che si trovano in un pozzetto d'arrivo presso porta Tarquinia, e che presentano un certo aspetto di produzioni pseudo-organiche di colore ocraceo-pallido.

Le indagini microscopiche eseguite sul materiale fresco mi persuasero che nei bottini precedenti alla pompa v'erano solo dei depositi cristallini misti a qualche alga e diatomea. Nei tubi invece del tratto ascendente il rivestimento untuoso si vide rappresentato da una ricca collezione di protisti mescolati a numerose particelle inorganiche, brune, di colore verdastro, e molte di colore ocraceo vivo. Non erano rari i filamenti settati e muniti di ramificazioni vere. Alcuni erano incolori, altri di colore ocraceo, altri scuri. Quelli ocracei, dello spessore di 4 a 10 μ, avevano la parete con doppio contorno ed il protoplasma intensamente colorato. Trattati con acido ossalico non scomparivano dal campo, nè presentavano i fenomeni plasmolitici propri della Beggiatoa alba.

Qua e là se ne trovava certuni che arieggiavano molto a quelli della Crenotrix; ma non riuscì difficile differenziarli per le caratteristiche della parete, per qualche setto, o per avervi sorpresa qualche ramificazione. Quei grossi fili con differenziazioni protoplasmatiche, come quello che attraversa la fig. 2 annessa alla memoria dei ch. aut. citati, appartengono senza dubbio al micelio dei mucor. Insistendo in questi esami m'imbattei in cespuglini di filamenti piuttosto grossi, ocracei, perfettamente

identici a quelli che non di rado si vedono frapposti ai fiocchi di Crenotrix. Avevano un doppio contorno ed erano circuiti da granulazioni esse pure ocracee. Ricorso però ai reattivi microchimici potei assicurarmi che si trattava di un vero e proprio micelio, il quale probabilmente era cresciuto in un punto ove l'incrostazione interna dei tubi si era screpolata, e dove perciò aveva potuto arricchirsi di sali ferrici.

Senza dilungarmi sui vari microrganismi osservati dirò che, non avendo potuto riconoscere filamenti veri di Crenotrix in nessun tratto della conduttura delle Trocche, credetti utile di procedere all'esame dell'altro ramo dell'acquedotto che conduce l'acqua detta dell'*Orsetto.*

Quest'acqua proviene da una località elevata, tenuta a vegetazione naturale, detta la Turchina. I cunicoli raccoglitori si riuniscono in una galleria sotterranea lunga circa un chilometro, e questa fa capo ad un bottino ove prelevai il campione per l'analisi chimica.

Esaminando il fondo di questa galleria ci vuol poco a persuadersi che quest'acqua è sovraccarica di sali, essendosi formata un letto di aspetto spongioso e di consistenza lapidea. Eguale incrostazione di fatti si verifica nei tubi di ghisa di 100 millimetri, con i quali è stata canalizzata per riunirla presso alla città con l'acqua delle Trocche; ma quest'incrostazione è *a strati* ed esclusivamente formata da depositi inorganici.

L'analisi chimica sommaria dette il seguente risultato:

Nitrati ed Ammoniaca, assenti. Nitriti, traccie;

Residuo fisso a 120° C. per lit. gr. 0,560; a 180° C. gr. 0,500. Cloro, gr. 0,090; Anidride solforica, gr. 0,050; Ossido di calcio, gr. 0,152, Materia organica (secondo Wood e Kübel) gr. per lit. 0,029.

Evidentemente quest'acqua, il cui residuo fisso oltrepassa i limiti convenuti per la potabilità, deve essere molto più incrostante di quella delle Trocche, il cui residuo a 120° C. fu da me trovato di gr. 0,380 per litro, di poco superiore cioè ai gr. 0,3650 p. 1000 c.c. verificati nel laboratorio della Sanità Pubblica circa sette anni prima. Ed infatti l'acqua dell'Orsetto, come ben si rileva dall'esemplare che ho in laboratorio, è capace di rivestire tutta la superficie dei tubi di ghisa di una crosta, la quale è sottile o mancante nella parte superiore, spessa e stra-

tificata in corrispondenza del piano di posa dei tubi stessi. In tutta la diramazione dell'Orsetto, ispezionata nelle singole sue parti, non ho verificato alcun vestigio di Crenothrix.

Questa conduttura, che si rende inutile nei periodi di magra, perchè la polla va a ridursi ad un filo d'acqua incapace di arrivare alla città, mi ha presentato un particolare degno di nota. Si tratta della presenza di tubercoli ferrugginosi tipici, esemplari, disseminati nei tubi che avevano servito da qualche anno. Il fontaniere, poichè il ramo dell'Orsetto va soggetto ad intasarsi anche pel forte materiale di deposito che l'acqua vi trascina, deostruisce i tubi ai quali può fare l'operazione utilmente, ed altri ne sostituisce. Esaminando di quelli che erano stati in funzione, li vidi appunto con i detti tubercoli aderentissimi, alcuni dei quali erano bene isolati e sporgenti dalla parete fino a 3 e 4 centimetri. I tubi con tubercoli, ricchi di silice, non avevano incrostazione, perchè appartenenti al tratto più lontano dalla galleria di presa.

Sedimento dunque dove scorre l'acqua; spiccati tubercoli ferrugginosi nella zona mancante di incrostazione. Non è compito mio d'entrare nei molti particolari riflettenti il servizio dell'acqua potabile di Corneto Tarquinia; ma d'altra parte non saprei esimermi dal cercar di stabilire un qualche nesso fra i fatti che ho potuto osservare e quelli esposti da Bentivegna e Sclavo.

Tenendo conto della loro memoria, e della relazione inedita che su tale argomento l'Ing. Bentivegna ebbe a redigere in data 27 giugno 1888, manifestamente appare che l'inquinamento studiato a Corneto Tarquinia negli anni 1888-89, presso a poco identico a quello che nel 1885 aveva reclamato la pulizia della conduttura, non differisce di troppo da ciò che ho potuto osservare nel 1897. In sostanza colà si è verificato che l'acqua sorgiva delle Trocche, limpida, incolora, inodora, di sapore gradevole fino al pozzetto di aspirazione della vecchia pompa, che funziona secondo i bisogni, arriva alla fonte pubblica della città, specialmente d'estate, con un particolare sapore disgustoso, con odore nauseante.

I cit. autori, dopo avere osservato che l'acqua è limpida in tutto il percorso della conduttura; che già alla vigna degli archi si avverte il cattivo odore e sapore dell'acqua stessa; che è in gran parte da escludersi l'influenza che sui depositi in-

terni dei tubi di ghisa può esercitare l'olio ed il grasso per lubrificare la pompa, avvertono infine che " in altro genere di fenomeni, anzichè nei chimici, dovevano essere ricercate le cause dell'avvenuta alterazione „.

" Se a queste considerazioni „ proseguono essi " si aggiunge quella, che i depositi non esistono assolutamente nella tubulatura d'argilla occorre dire che alla formazione di essi è necessaria la tubulatura di ghisa, funzionante nelle condizioni speciali del caso in esame; è, però, che non è il passaggio dell'acqua inquinata che li forma, ma al contrario, sono essi che inquinano l'acqua pura, che li lambisce „.

Per avvalorare questa loro veduta mostrano come l'acqua, attraversando i tubi di ghisa, si arricchisca di batteri; escludono la possibilità di infiltrazioni esterne nel tratto a pressione, dove le fughe dell'acqua dovrebbero avvertire le rotture o venature, ed infine segnalano come vero agente del deterioramento dell' acqua certe forme vegetali inferiori, tra cui primeggiano il genere Crenothrix e Cladotrix, da essi ritrovate nei depositi. Per la Crenothrix Kühniana infine dicono d'averne riscontrate *tutte le forme* nel deposito ferrugginoso esaminato, e che " certamente la Crenotrix ha bisogno della conduttura di ghisa per germogliare, giacchè non la si trova nei tratti di conduttura di argilla, lambiti dalla medesima acqua „.

Dopo ciò pareva naturale che in seguito alla sostituzione dei tubi in servizio, con altri di cemento, oppure con tubi di ghisa internamente protetti dalle ossidazioni, l'inconveniente dovesse scomparire.

Il comune di Corneto Tarquinia, accettato il consiglio dei tecnici, sostituì la tubulatura, adottando i tubi di ghisa con intonaco protettore. Ma è questo intonaco che io vidi ricoperto di uno straterello *melmoso, untuoso al tatto, di colore nero, in qualche punto rosso-nerastro ed avente un cattivo odore.* È l'acqua della fonte pubblica che ha seguitato a presentarsi di quando in quando sgradevole, specie nella stagione calda, nonostante le frequenti manovre di scarico che il fontaniere ha imparato a praticare.

Il materiale di deposito che il ch. Ing. Bentivegna estrasse dai tubi di ghisa, tubi che io stesso ebbi in seguito occasione di esaminare, " era essenzialmente formato da ossido di ferro, ricco di silice e contenente traccie di calce „.

Questo deposito è indubbiamente diverso da quello rinvenuto sulla superficie dello smalto della tubulatura ora in servizio. Nell'interno però dei tubi di ghisa, che non avevano alcuno strato protettore, la produzione di idrossido di ferro in copia è bene spiegabile senza necessità della Cren. Kühniana. Se questa si fosse sviluppata nel 1888 è probabile che altri caratteri si sarebbero notati nel rivestimento interno dei tubi, e che altri fenomeni avrebbero potuto manifestarsi.

L'acqua forse avrebbe trascinato seco qualche fiocchetto ocraceo fino alla fonte di distribuzione, nè lo sviluppo si sarebbe arrestato dove la conduttura doventa libera. Anzi è al pozzetto della vigna degli archi che vi erano e vi sono condizioni opportune per l'alimento di qualsiasi microrganismo, ed è ove più può disporre di ossigeno libero e di attivo ricambio del materiale nutritivo che la Crenothrix cresce tanto rigogliosa.

Il non averne trovate traccie, trascorsi nove anni da che a Corneto Tarquinia vi fu segnalata, potrebbe ascriversi ad uno di quei casi non rari di naturale scomparsa del microfita, come altrove si è verificato accadere; ma qui, se non m'inganno, troppi dati concorrono per far credere che, o la diagnosi del microrganismo non sia stata eseguita sopra una guida sicura, o che il microrganismo stesso non abbia avuto nell'inquinamento dell'acqua l'importanza che gli si volle attribuire.

§. V.

Sulla presenza della Crenothrix nel Comune di Campagnatico.

Per quanto le finanze del comune di Campagnatico siano state poste ad un grave cimento per la provvista di acqua potabile, tuttavia vi si contano due acquedotti e due disastri.

Dell'acquedotto per *Montorsaio* e *Campagnatico* fu iniziata l'esecuzione dopo il marzo del 1892, dopo cioè che il progetto ebbe riportato voto favorevole dalle competenti autorità. Per le sorgenti di Trogoli e Vignolo, scelte per la conduttura, esisteva già l'analisi chimica fatta nella sezione apposita dei laboratori della Sanità Pubblica del regno.

Le analisi ed il progetto furono riconosciute in regola, ma gli abitanti di Campagnatico dovettero restare delusi quando, in aggiunta ad altri inconvenienti nel funzionamento dell'acque-

dotto, cominciarono a vedere l'acqua rossiccia, e ad esserne disgustati pel sapore sgradevole. Il processo d'ossidazione che si verificò nei tubi di ghisa di piccolo diametro (40 millimetri) e *non verniciati,* di cui l'impresa fece uso, fu così straordinariamente attivo da far reclamare pareri e perizie, le quali, non essendo ancora del tutto risolute, mi consigliano a non entrare in particolari.

È dell'altro acquedotto che il comune stesso fece costruire in servigio delle frazioni di *Casale* e *Pari* che posso dire qualche cosa di più, per quanto non abbia avuto occasione di far sopra luogo alcuno studio comparativo fin dall'insorgere dei guai verificatesi nelle due tubulature.

Detto acquedotto, costruito nel 1888, è lungo circa 5 km. e fu fatto con tubi Petit, *non incatramati,* di millimetri 40, fra la fonte di Casale e Pari, di millimetri 50 fra le sorgenti e Casale, ove il dislivello raggiungeva soli mt. 27,30. I tubi di minor diametro furono situati fra la fonte di Casale e quella di Pari (dislivello mt. 79,21), intendendosi di consumare in attrito le pressioni esuberanti. Lungo la conduttura si disposero dei pozzetti in ghisa in corrispondenza degli avvallamenti con i relativi apparecchi di scarico.

L'acqua da incondottare fu presa sul fianco della collina di S. Antonio, a mt. 459,45 sul livello del mare, da una polla che scaturisce nel punto di contatto fra il calcare ed alcuni strati di natura quarzosa (verrucano). Il 17 gennaio 1888 il getto principale di questa sorgiva dava lit. 0,45 al 1″, e le altre pollicine situate a distanza di qualche metro, davano lit. 0,68 al 1″. Il calcolo fatto sulla portata minima o di magra fece prevedere che agli abitanti di Casale e Pari non sarebbero toccati meno di circa 29 litri a testa nelle 24 ore.

Fece l'analisi chimica dell'acqua il prof. Giacomo Del Torre nel Gabinetto di Chimica del R. Istituto Tecnico di Roma.

Il residuo a 110° C. per litro ascese a gr. 0,05767. A 180° C. furono verificati gr. per litro 0,05381.

Nella composizione del residuo furon trovate traccie d'anidride carbonica e nitrica; gr. 0,0025 d'anidride silicica; gr. 0,0021 d'anid. solforica; gr. 0.0028 d'ossido di calcio; gr. 0,0063 d'ossido di magnesia. Cloro, sempre per litro, gr. 0,0190. Ossigeno necessario per ossidare la mat. org. di 1 lit. gr. 0,00102.

In seguito a tali risultati l'acqua fu giudicata chimicamente buona. Fin da quando l'acquedotto entrò in funzione *non si manovrarono quasi più gli scarichi*, e non si ebbe che poco cura delle singole parti dell'opera, tantochè nell'aprile del 1895 fu trovato che di litri 18,87 al minuto primo, dati dalla sorgente, la tubulatura ne riceveva soli litri 4, 02, mentre litri 14, 85 venivano rifiutati. Vi erano perdite fra Casale e Pari; vi erano tratti ove l'acqua scorreva a sezione non piena; ma le condizioni peggiori erano fra le sorgenti ed il primo sfiato, posto alla progressiva di progetto di mt. 560. Qui per la giacitura altimetrica dell'estremo inferiore del tubo si palesò la circostanza che l'acqua scorreva in questo primo tratto ed in condizioni da favorire l'ingresso dell'aria, facilitando così quei processi d'ossidazione che avevano ridotto la tubulatura quasi inservibile. Per mezzo del fontaniere R. Giudici ho potuto avere nell'aprile del 1897 dei campioni di questi tubi di 50 millimetri. Esaminandone alcuni al traguardo si sarebbe detto che erano del tutto occlusi.

V'era nell'interno un rivestimento così spesso di produzioni ferrugginose, e queste avevano dato luogo ad un così vario alternarsi di mammelloni sporgenti nella cavità, da vedere intercettato, attraverso l'irregolarità del pertugio, il passaggio dei raggi luminosi.

Rompendo un tratto di questi tubi, sebbene con l'urto si faccia cadere una buona parte della incrostazione, tuttavia si riesce ad apprezzare i particolari che ho riprodotto nella Tav. IX, fig. 8.

Le sporgenze, che ricordano le produzioni stallattitiche, per la direzione e per la forma sono le più svariate. Fra di loro si notano degli infossamenti profondi.

Hanno la superficie di colore ocraceo; ma viste in sezione presentano, in mezzo a delle aree di colore ocraceo più o meno vivo, come delle strie irregolari del colore proprio della ghisa alterata, strie che, conservando in qualche punto l'aspetto metallico, si riconoscono derivare dall'alterazione delle pareti interne dei tubi. Si direbbe quasi che la materia ocracea sia frammista ad una specie di reticolo di ghisa. Nello spessore delle pareti dei tubi è notevole il cambiamento di colore subìto dalla porzione interna delle pareti stesse, le quali per un

buon tratto sono imbrunite, ed han perduto il riflesso metallico. Le pareti inoltre, interessate nel modo più vario da quest' imbrunimento, presentano non rare soffiature.

Sottoponendo la incrostazione ocracea ad un coveniente esame microscopico, in mezzo a numerosi detriti inorganici si avverte la presenza di frammenti senza dubbio appartenenti a corpi organizzati.

Fra quest'ultimi debbo segnalare dei tratti filamentosi molto colorati di origine micotica, e più specialmente alcuni sottili filamenti che ho trovato sempre concomitanti con le forme proprie della Crenothrix.

Sono questi dei frammenti di varia lunghezza, di colorito ocraceo intenso, contorti a spira serrata, come quelli da me visti nel cratere dei Bagni di Casciana, e che ho riprodotti nella Tav. VIII, fig. 6, C.

Questo reperto microscopico ci conferma che mentre i filamenti normali della Crenothrix non si conservano col tempo, rimane però vestigio del microrganismo quando si sono prodotte quelle forme che vedremo se associate, od abnormi, di cui quasi esclusivamente ho constatata la presenza. E poichè tali filamenti sono testimoni che per lo meno in quei tubi si trovavano condizioni favorevoli di esistenza per la Crenothrix, parmi ragionevole l'ammetter che nel processo delle formazioni ferrugginose sopra accennate, la Crenothrix abbia avuto la sua parte. Queste formazioni infatti non hanno presentato nè i caratteri fisici dei *tubercoli ferrugginosi*, nè quelli propri delle *incrostazioni* dovute ad eccesso di contenuto salino nell' acqua condottata.

Si sono invece presentate come rivestimento ocraceo *sui generis*, eliminabile più facilmente dei tubercoli ferrugginosi, e senza vestigio di formazione a strati come spesso avviene delle incrostazioni saline, che del resto giungono ad assumere consistenza ed aspetto lapideo.

Senza dubbio nell'accumolo di questa sostanza ocracea nell'interno dei tubi deve avervi moltissimo influito la mancanza assoluta di verniciatura dei tubi stessi. Però non deve dimenticarsi la circostanza che gli scarichi non furono quasi mai manovrati; che l'acqua determinava nell'introdursi nei tubi un notevole insufflamento d'aria, e che la qualità della ghisa non era

delle migliori. Ma se tutto ciò può sembrare abbastanza per rendere spiegabile un processo d'ossidazione così dannoso; se si pensa che questo processo si manifestò in proporzioni addirittura spaventose, l'aggiunta di una causa biologica mi sembra molto razionale, specie oggi che sappiamo della sorprendente attività di sviluppo di cui in certi casi è capace la Crenothrix, e di tutte le altre cause concomitanti e necessarie per l'estrinsecazione di un fenomeno complesso come quello accennato A Campagnatico, dopo che i tubi furono sostituiti con altri *verniciati* **e di maggior diametro,** l'inconveniente è scomparso.

§. VI.

La materia pseudo-organica delle sorgenti aquisiane o di Casciana.

Alla superficie delle acque e più specialmente nel cratere dello stabilimento dei Bagni di Casciana è costante la produzione di una materia rossiccia, come spumosa, che, liberatasi dal fondo o dalle pareti di detto cratere, galleggia, e segue poi il movimento dell'acqua. Questa materia richiamò l'attenzione di osservatori e scienziati illustri fra' quali il prof. A. D'Achiardi, P. Tassinari e G. Orosi, T. Caruel e G. Arcangeli, per citare soltanto coloro che più contribuirono ad indagarne la natura.

Il D'Achiardi nella lettera diretta al prof. Minati “ sulla geologia del Bagno d'Aqui o di Casciana „ mentre parla dell'origine del travertino di quella località e del significato della caverna del Fichino, ritenuta per un vulcano spento, accenna invece alla probabilità che fosse piuttosto un cratere di acqua “ e il colore giallo, rosso o bruno delle rocce circostanti al cratere non deriva da incendi sotterranei, come si crede dal volgo, ma sì dagli ossidi metallici e segnatamente di ferro ond'erano ricche le acque che di là sgorgavano, e di cui non son prive quelle delle attuali sorgenti, come provano le analisi chimiche più e più volte ripetute e il deposito limonitico che lasciano anche oggi entro alle terme medesime e fuori di esse [1] „.

È da secoli dunque che in questa località si produce e si

[1] A. D'Achiardi, — nell' opera di C. Minati. — *Dei Bagni di Casciana.* Firenze, 1877, pag. 166.

deposita la sostanza ocracea, intorno alla quale vediamo ora ciò che dal lato chimico osservarono i ch. professori P. Tassinari e G. Orosi (1).

Cercando essi di raccoglierla con un tessuto o setaccio notarono che si riduceva ad una quantità bene esigua. Ma in ogni modo riunitane una certa massa, e posta in un vaso chiuso ermeticamente, videro che il colore ocraceo, o rossiccio, si mutava in nero o cupamente in bruno, assieme allo svolgersi di un lieve odore di solfido idrico.

La sostanza divenuta bruna, fatta essiccare spontaneamente sopra un filtro, prendeva di nuovo il colore del sesquiossido di ferro. Di nuovo inumidita e ben chiusa in un vaso tornava al color bruno.

" Considerata nel suo complesso questa sostanza disseccata perfettamente, si decompone per un forte riscaldamento, mandando odore come di materia organica che si abbrucia „. " Perde per lo effetto di questa calcinazione parti 8,6 % comunque venga ripristinata la condizione dei carbonati promiscui, mediante l' aggiunta di un poco di carbonato d' ammoniaca sopra la massa residuale „. " Basta riscaldare questa sostanza con un poco di calce sodica perchè se ne svolgano dei vapori sensibilissimi di ammoniaca „.

" Del resto, se si tratta con dell'acido cloridrico diluito si scioglie in gran parte con effervescenza, ed il prodotto ha il colore rossiccio delle soluzioni ferriche „. " Quanto rimane indisciolto è biancastro, e manifestamente vi appariscono della particelle arenose costituite da granuli di quarzo parte limpido e bianco, e parte giallastro „.

" Da grammi 1 di polvere ocracea perfettamente asciutta, continuano gli autori, ottenemmo (dedotto dall'ammoniaca) mediante la calce sodica in un apparecchio per analisi organica „.

" Azoto gas . . . Grammi 0, 001500

" Da gr. 2 in un secondo esperimento ottenemmo:

" Azoto gas . . . Grammi 0, 003200

" Media . . . . . „ 0, 001566 „.

" Ora, se si ritenga che la quantità della materia organica

(1) P. Tassinari e G. Orosi. — *Delle acque termali di Casciana. Cenni storici e relazione d' analisi chimica.* Firenze, 1872.

che fa parte di questo prodotto ascenda come vedemmo a gr. 0, 0860 per ogni grammo, lo azoto che entra come elemento costitutivo di essa vi rappresenta p. 1, 75 % „. “ Essa è dunque una sostanza relativamente poco azotata „. “ La soluzione cloridrica summentovata diè modo di valutare come componenti di questa polvere ocracea, i seguenti prodotti cioè:

“ Solfato di calce . .	gr.	0, 0550	
“ Ossido ferrico . . .	„	0, 1875	0, 7525
“ Carbonato di calce .	„	0, 5100	

“ Il residuo indisciolto nell' acido, proporzionatamente ad 1 gr. di polvere ocracea, ascende a gr. 0, 1610 „.

Notano inoltre gli autori che in detta polvere “ possono discernersi parecchi frammenti o corpuscoli organizzati di facile separazione „; ma delle loro osservazioni fatte su questi corpuscoli non dettero ulteriori notizie.

Il Prof. T. Caruel ne' suoi *cenni sulla flora dei Bagni di Casciana* fa così menzione della sostanza ocracea: (1) “ Il cratere che raccoglie tali acque è rivestito nelle pareti e nel fondo come da una poltiglia informe, di color rosso mattone, che viene anche a galla formando come una schiuma assai densa, ma così poco consistente che al menomo urto si disfà e quasi si scioglie „. “ L'esame microscopico mostra che quella schiuma è costituita da ammassi di vegetabili esili tanto da essere invisibili separatamente all'occhio nudo, e riferibili a tre tipi generici, che sarebbero quelli detti *Hygrocrocis, Leptothrix* e *Spirulina*, tutti e tre per l' estrema semplicità del loro organismo posti fra quelle infime crittogame che tengono un posto dubbio tra le Alghe e i Funghi „.

Il Prof. G. Arcangeli nel fare un'escursione a Casciana (2) portò seco del deposito che ricuopre il fondo del cratere e la superficie delle vasche dei bagni per farne l'esame microscopico. “ Rimasi sorpreso, scrive, ch'esso si presentasse in forma di filamenti esilissimi diritti od incurvati, fra loro più o meno intralciati, e non in forma di particelle minutissime, come sogliono presentarsi le sostanze minerali ottenute per précipitazione, ma-

---

(1) C. Minati, op. cit. pag. 173.

(2) G. Arcangeli. *Osservazioni fatte in alcune recenti erborazioni.* Processi verbali di questa soc. vol. III, adunanza del dì 1 luglio 1883.

nifestando così una forma che poteva dirsi organica perchè simile a quella di alcune alghe inferiori „. “ L'esperimento fatto col sottoporre all'azione dell'acido cloridico una piccola quantità di questa materia, mi mostrò come quei filamenti si scioglievano a poco a poco, ed alcuni di essi, degli altri più grossi, lasciavano per residuo i filamenti di un' *Oscillaria*, che per particolari circostanze non potei identificare, mentre il liquido si colorava in giallo per formazione di cloruro ferrico „.

Recatomi io pure sulla località a studiare questa sostanza ocracea fioccosa che si genera nel fondo del cratere del Bagno, subito dopo avere esaminato i primi preparati microscopici m'accorsi d'avere dinanzi una speciale produzione di Crenothrix.

E dico speciale, perchè qui il microfita presenta come normali delle caratteristiche che altrove si verificano piuttosto eccezionalmente, incontrandosi dopo un certo tempo da che la vegetazione è in atto. Vi sono infine località dove ho raccolto la Crenothrix priva affatto delle forme che trovansi a Casciana.

Sia esaminando i cespugli galleggianti, sia quelli che tappezzano le mura e il fondo del cratere, in tutti si distinguono delle granulazioni ocracee amorfe, e dei filamenti di vario aspetto. Le granulazioni sono di solito addossate ai filamenti in modo irregolare. Alcuni fili ne vengono addirittura in parte o totalmente nascosti. Questi granuli, piccolissimi, affettano talora la forma di cocco-batteri. Fra le forme filamentose predominano quelle dritte od incurvate, che dirò normali della Crenothrix. Se ne avvertono altre, con aspetto ordinario; ma con diametro trasversale un po' superiore a quello medio, raggiungendo un massimo di μ 3,5 a 4. I filamenti con contorno più intensamente ocraceo, quelli in altri termini adulti od invecchiati sono più degli altri contornati dalle granulazioni ocracee. Fra questi fili se ne trovano in gran copia di quelli sottilissimi, del diametro di μ 1 a 1,7, lunghi, isolati, o fra di loro avvolti a spira. Tali filamenti, anzichè essere limitati da pareti cilindriche regolarmente parallele, nette, isodiametriche, come si son viste nelle forme che ho chiamato normali, visti a forte ingrandimento lasciano apprezzare delle incurvature più o meno uniformi, più o meno ravvicinate, che focheggiando si comprende esser dovute alla forma a spirale dei filamenti stessi. E siccome si presentano ora con le spire molto ravvicinate, appena avvertibili; ora con

spire nette e regolarissime; ora invece con aspetto serpiginoso irregolare, a ciò devesi la grande variabilità delle forme che assumono, tenuto conto anche del fatto che questi filamenti spirali si avvolgono fra di loro a due ed anche a tre alla volta, dando luogo ad intrecci lassi più o meno serrati, come si vedono nella Tav. VIII, fig. 6, *b*, *c*.

È a questi intrecci ed alla contorsione dei filamenti cilindrici o schiacciati che si debbono quei giuochi di refrangenza per cui appare che certi fili siano costituiti da tratti chiari alternanti con tratti più scuri, oppure da specie di catenelle a maglie oblunghe o quasi sferiche, contenenti nell' interno una sostanza ocracea più chiara, o più refrangibile la luce.

Sottoposti questi vari corpi al trattamento con acido ossalico si mette subito in evidenza una grossa *oscillaria*, provvista di clorofilla, molto scarsa, simile a quella disegnata nella Tav. VIII, fig. 8, e che non ha nulla che vedere con i filamenti fissatori del ferro. Di quest'ultimi non rimane traccia, se non dei più grossi. Gli altri scompaiono, di rado lasciando qualche filamento sottile, incoloro. Si scorge altresì che fra i detriti inorganici non possono escludersi delle batteriacee capaci di reagire con le materie coloranti solubili in acido ossalico (bruno vero, vesuvina).

Tornerò su questo reperto microscopico per alcune considerazioni da farsi sulle particolarità dei filamenti osservati, occorrendo fra le altre cose di vedere se qui trovisi concomitante lo *Spirillum ferrugineum* Ehrenberg-De Toni. Intanto però giova affermare che la quantità relativamente piccola di ossido ferrico (grammi 0,00302 sopra un residuo complessivo di gr. 3,00452 per 1000), che trovasi nelle acque minerali di Casciana, è messa colà in evidenza da quei microfiti che vanno sotto il nome di Crenothrix, e che formano la schiuma ferrugginosa, o *sostanza pseudo-organica*, la cui origine non aveva ancora ricevuto esaurienti spiegazioni.

§. VII.

La Crenothrix alle sorgenti termo-minerali dei Bagni di Lucca.

Le acque termali dei Bagni di Lucca sgorgano sulla destra della Lima, confluente del Serchio, in diversi punti ed a varie altezze del bellissimo colle di Corsena, e lasciano nel venire

a giorno un deposito ocraceo che passa da polla a polla per tutte le gradazioni di colore che sono proprie dei vari ossidi idrati del ferro.

Il colle, o sprone, costituito in massima parte di strati di macigno (arenaria molto compatta e di grana fine), presenta maggior copia di polle ad ovest che ad est, ed ha in prossimità di certe scaturigini dei depositi calcarei non indifferenti, assai ricchi di ferro e di manganese, depositi che fan fede dell'antichissima apparizione di tali fonti minerali (1). Esse hanno numerosi punti di affioramento, ed a ciascun gruppo di polle corrisponde un adatto stabilimento balneare. Nelle mie escursioni ho preso in esame solo le sorgenti dei cinque stabilimenti principali, cioè del **bagno caldo** o **bagno di Corsena**, delle **docce basse** o **bagno rosso**, del **bagno San Giovanni, bagno Bernabò** e **bagno della Villa.**

Si può dire che le polle di ciascun gruppo presentino ognuna condizioni diverse di mineralizzazione e di termalità tanto, da offrire un campo così vasto e complesso di ricerca che, a volerlo analizzare nè suoi minuti particolari, basterebbe da solo per portare all'argomento dalla fissazione del ferro per parte dei microfiti un contributo di non lieve interesse. Per esser breve mi limito ad un cenno sommario, onde poter risalire alle deduzioni che saranno del caso.

Comincerò dalla più abbondante e più calda fra le quattro sorgenti del **bagno caldo**, e cioè da quella che chiamasi del *Doccione*. Questa sgorga dal fondo di uno speco, dove, per accedervi, occorre traversare un tepidario che si riscalda fino a 40^0, 5 C. La temperatura dell'acqua nel punto di emergenza è di 54^0, 1 C. Di qui, ove è ricavato un piccolo serbatoio, l'acqua passa limpida e senza svolgere gas in due canali scoperti che attraversano la galleria, dalla quale partono i tubi di piombo del diametro di 30 millimetri per la distribuzione dell'acqua calda nello stabilimento.

Il deposito rosso bruno (*testaceus* acceso (2)) si trova fino dai primi tratti dei canali di efflusso. Si forma lentamente, ed

(1) Vedi per ulteriori ed importanti notizie il libro del dott. A. Carina, *Dei Bagni di Lucca*. Firenze, 1886.

(2) P. A. Saccardo. — *Chromotaxia seu nomenclator colorum*. Patavii 1894, N. 18.

a lungo andare giunge perfino ad otturare i tubi di piombo. Appena raccolto, anzichè risolversi in particelle ocracee minute, od in fiocchettini leggieri, conserva un aspetto granuloso, di guisa chè si vedono andare al fondo dei recipienti dei corpuscoli che posson raggiungere il diametro di oltre 1 cm. ed avere, o la forma ovalare con superficie liscia, o l'aspetto di lamine, di straccetti compatti, o di aggregazioni le più irregolari. Misti a questi corpuscoli si trovano dei fiocchi più leggieri, ma anche questi vanno a far parte del sedimento, lasciando l'acqua sempre limpida ed incolora.

Osservando bene questo deposito vi si scorgono non solo delle granulazioni svariate per configurazione, superficie e volume; bensì diverse per colorito. Infatti vi predominano quelle di colore rosso bruno, *testaceus*, e ve ne sono mescolate altre più chiare con tutte le sfumature delle produzioni crenotricee.

Sottoponendo all'esame microscopico diretto i corpuscoli di color rosso più intenso e prelevati di fresco, vi si nota una struttura filamentosa con fisonomia particolare. Si presentano nel campo degli intrecci fitti e irregolari di fili piuttosto corti, fra i quali vanno distinti quelli di colore ocraceo dai pochi incolori. Fra i colorati, i più non han bordi netti, nè si presentano isodiametrici. Si vedono come avvolti da granulazioni minute, rifrangenti, incolore od ocracee, le quali appena lasciano intravedere le pareti dei singoli fili, quando i fili stessi non vengono a costituire come l'ossatura di depositi granulari ocraceo-bruni abbondantissimi. In altri termini qui predomina il tipo dei filamenti chiari a guaina granulosa, strettamente uniti fra loro, corti, del diametro di μ 2,5 a 3 e con guaina sfumata, la quale ha uno spessore medio di 1 a 2 μ.

In mezzo a questi se ne trovano con pareti nette, senza deposizioni granulari attorno, che appaiono costituiti da cilindri omogenei, molto rifrangenti e intensamente ferrugginei. Essi pure sono in generale corti, tortuosi, ma senza contorsioni regolari e spiraliformi. Mostrano delle pseudoramificazioni. Hanno il diametro di μ 1 a 2, 7.

Passando ai filamenti incolori se ne avvertono dei diritti, isodiametrici, con protoplasma omogeneo, come sono quelli della *Beggiatoa minor*, ed alcuni molto tortuosi, dello stesso spessore dei precedenti, ma con protoplasma a volte interrotto e non

di rado finamente granuloso. Di questi ve ne ha che presentano que' corpi lucidi e rifrangenti comuni ai filamenti del gen. *Beggiatoa.* Il diametro di tali filamenti incolori è appena μ 0,8 a μ 1,2. Non vi si notano ramificazioni vere.

Fra i detriti ocracei di struttura non filamentosa si scorgono delle zooglee batteriche, resistenti in parte al trattamento con acido ossalico.

Passando allo stabilimento delle *Docce Basse* si offrono allo studio undici scaturigini diverse per temperatura, per quantità di componenti salini, e per i caratteri del deposito ferrugginoso.

La sorgente *rossa,* dal colore della materia da HUMPHRY DAVY riguardata come un silicato di ferro, ha la temperatura di 41°,5 C. e mostra il deposito di idrato ossido-ferrico con struttura microscopica presso a poco identica a quella propria del fango del Doccione. Vi abbondano i filamenti ferrugginei, *con diametro irregolare*, *con ramificazioni vere*, provvisti di espansioni lungo il loro decorso tortuoso, con i caratteri insomma degli intrecci *micotici,* anzichè dei tricomi rivestiti di guaina ferrica. Sono questi filamenti rosso bruni, che del resto si notano anche nel deposito del Doccione, che contribuiscono a dare a questa sostanza rossa una fisonomia particolare, non dissimile del resto a quella di altre sorgenti di questo sprone acquifero. Potrebbe in ciò ricercarsi una conferma della comune origine di queste acque termali; ma per questa via si cadrebbe invece ad una conclusione opposta, per il reperto diversissimo che si ha dalla sorgente *gialla.* Questa lascia un fango che sembra di terra gialla di Siena e che molto si approssima pel colorito alla trepeolina 00 in polvere. Ha caratteri fisici molto diversi da quelli proprii dei precedenti depositi, essendo costituito da particelle finissime, impalpabili, e tutte dello stesso colore ocraceo-chiaro.

Sottoposte all'esame con forti ingrandimenti si vedono costituite da granulazioni batteriformi, fra le quali ve ne sono delle sferiche, delle ovali, e delle spirillari. Il loro diametro è di appena 0, 7 a 1 μ.

Non mi dilungherò a descrivere i micromiceti termofili che con i metodi comuni ho isolati da queste acque termali, riserbandomi di trattare a parte della loro proprietà di fissare il ferro; dirò solo che chiaramente appare diversa la causa che

determina la formazione del deposito giallo, da quella propria dei fanghi rossi, o rosso bruni, costituiti da granulazioni di forma e colorito vario, come sono al Doccione, al Bagno rosso, al Bernabò, ecc.

Ma ciò del resto non infirma la ragionevole supposizione espressa dal ch. Prof. Ubaldo Antony e dal D. Adolfo Lucchesi, che sotto la direzione del venerato maestro Prof. Tassinari studiarono queste acque dal lato chimico (1), l'ipotesi, cioè " che esse sorgenti abbiano una sola origine e che le loro differenze, già da tempo rimarcate, ma in realtà di poco valore debbano unicamente ripetersi dalle peculiari condizioni del percorso delle loro acque e dalla scaturigine di queste ".

Che anzi le indagini dal lato microbiologico confermano essere senza dubbio pertinenti al tratto non molto profondo ed a quello di affioramento di ciascuna scaturigine, le cause che determinano la varietà dei depositi.

Quanto alla loro origine da acque che " sono quasi prive di composti ferrugginosi ", non possiamo ricorrere alla spiegazione che soprattutto devesi ai competentissimi Antony e Lucchesi, perchè a mio credere è troppo unilaterale (2). Per essi, chimici, non si poteva dire nè di più, nè di meglio; ma riconosciuta in quelle acque la presenza dei numerosi microrganismi che hanno la proprietà di mettere in evidenza gli ossidi idrati di ferro, la causa biochimica dei fanghi prende il posto che, come vedremo, le si compete.

§. VIII.

La Crenothrix nella valle di Linaglia, alle sorgenti dell'acquedotto di Cecina.

A circa 6 chilometri in direzione S-E. e a N. di Casale Val di Cecina si trova una valle che prende il nome dal torrente Linaglia, lungo il qual torrente, sulla riva sinistra ed alla quota di circa mt. 160, fu costruita una galleria per la presa delle sorgenti dette dell'*acqua calda*, che alimentano l'acquedotto di Cecina. Per ac-

(1) *Analisi chimica dell'acqua del « Doccione dei Bagni Caldi »* (Bagni di Lucca). Livorno, 1895.

(2) *Analisi* cit. pag. 25-27.

cedere a questa galleria coperta e murata sotto il piano di campagna, si discende una scaletta disposta lungo i muri del vestibolo d'ingresso. Ci troviamo così in una galleria ben praticabile, da un lato difesa dal botro con adatta muratura, e che ha disposte lungo il lato opposto le singole prese dell'acqua, separate e distanti fra di loro. Ciascuna però fa capo nello stesso cunicolo che trovasi poco sotto il livello del piano praticabile, scoperto, e comunicante con altro cunicolo destinato a remuovere le acque di rifiuto o di filtrazione attraverso le pareti; ma poichè questa cunetta di scarico non funziona, tutte le acque della galleria si riuniscono e si dirigono verso una specie di *purgatorio*, costituito da quattro pile rettangolari, ciascuna di mt. 1,17 × 1,12, fra di loro comunicanti, e ripiene di ghiaia, carbone, detriti vegetali e di quant'altro l'acqua vi abbandona. È dall'estremo opposto al punto di immissione dell'acqua in queste pile che parte la conduttura in terracotta verniciata che porta l'acqua a Cecina.

Di tali purgatorî, angusti, ripieni di ghiaia, o di solo carbone, diventati col tempo e per la mancata nettezza ricettacolo d'ogni sorta di materiali putrescibili, ne ho visti altri, specie nella maremma toscana; ma questo di Linaglia non è secondo alcuno pel cattivo stato di manutenzione. Procedendo verso il fondo della galleria trovasi per primo il pozzetto di presa di una sorgente che ha la portata di circa lit. 1 al 1″. Questo pozzetto, quadrato, con m. 0,75 di lato, è profondo mt. 0,80, ed ha, a pochi centimetri sotto la soglia con la quale comunica con la galleria, un tubo di efflusso di terracotta del diametro di 80 millimetri. La mattina del 29 ottobre 1896 il pozzetto, dal fondo del quale sorge l'acqua, era tutto ripieno di una sostanza ocraceo-chiara di aspetto soffice, leggermente piegata verso la direzione della corrente, e somigliante, tranne pel colore, ad una bella vegetazione di Beggiatoa a filamenti lunghissimi. Questa sostanza non aveva lasciato sgombro che l'angolo dove più pullula l'acqua limpida ed incolora, *ed aveva occluso il tubo di terracotta così, che l'acqua stessa doveva tutta stramazzare dalla soglia.* Lungo il percorso di quest'acqua, fino alla superficie delle pile del purgatorio, si vedeva un bel rivestimento con diverse sfumature ocracee, dello spessore in qualche punto di 10 a 25 mm. Questa sorgente aveva la temp. 15°,0 C. essendo quella dell'aria (ore 12) 13°,1 C. Furono prelevati vari

campioni dal soffice tappeto ocraceo, e quelli occorrenti per i saggi chimico-batteriologici. Di questi saggi ecco i risultati. Colonie per cm^3; liquef. N. 4, specie 2; non liquef. N. 65. sp. 2. Assenti i nitriti e l'ammoniaca; nitrati, tracce; cloro per lit. gr. 0,1104; materia organica (Wood e Kübel) 0,0095; residuo a 110° C. p. lit. gr. 0,7210; calcinato e trattato con carbonato ammonico gr. p. lit. 0,5900. Solfati, piccola quantità.

Andando avanti per la galleria, a breve distanza dal primo pozzetto, si incontra un'altra presa, di poca entità per la portata, ma che pure richiama l'attenzione per un ricco deposito di aspetto un po' diverso dal precedente, meno soffice, a piccoli fiocchetti, di colore più rossastro e più bruno.

In questa stessa galleria si trovano altre sei scaturigini di varia portata, appartenenti allo stesso bacino idrico, con residuo fisso a 110° C. oscillante fra gr. per litro 0,6310 e 0,7520, non sottratte all'influenza diretta delle acque meteoriche, e neppur difese dalle radici delle piante arboree sovrastanti. Nessuna di queste sei sorgenti ha i depositi ocracei simili a quelli delle prime due, nonostante siano state allacciate anch'esse senza precauzioni speciali.

Per quanto sui particolari del disgraziato acquedotto di Cecina qui non interessi di trattenerci, tuttavia è bene non omettere che esso non ci ha offerto il modo di studiare i rapporti che lo stato delle sorgenti potevano avere con la tubulatura in ghisa.

L'acqua è stata condotta in cannelle di terracotta, del diametro di 170 millimetri, internamente verniciate, con manicotto di cemento ai giunti. Lungo i sette chilometri di tubulatura vi sono 134 pozzetti, destinati forse a mettere l'acqua in condizioni da spogliarsi al più possibile di sali, come in parte avviene. Ma accade altresì che la tubulatura, specie presso il paese, tanto si incrosta da andare spesso otturata. Nei tubi che via via si debbono ricambiare, esaminando la deposizione salina che avviene in corrispondenza del loro piano di posa, vi si avvertono delle stratificazioni di vario spessore, delimitate dal sovrapporsi di straterelli sottili, d'aspetto terroso, poco compatti. Questi si alternano a seconda delle vicende meteoriche che li hanno determinati, derivando essi dagli acquazzoni, durante i quali l'acqua si arricchisce anche di materiali capaci di visibile sedimento.

Le deposizioni, prevalentemente calcaree, presentano inoltre dei punti di maggiore richiamo dove incontrano le radici delle piante. Queste sono le sedi predilette per le occlusioni.

Dalla fonte pubblica di Cecina, occorrendo di condurre l'acqua al Poligono militare, situato alla marina, furono adottati dei tubi di ghisa di piccolo diametro. Ma anche questi non tardarono a ridursi quasi inservibili, presentando però un incrostazione che è lapidea, esclusivamente dipendente dalla soverchia durezza dell'acqua.

Avvertito che gli inconvenienti, i quali si sono verificati e si verificano nelle tubulature suddette, non han niente a che fare con la Crenothrix vista alle sorgenti, passo ad esaminarne i caratteri microscopici.

I campioni relativi al primo pozzetto di presa non presentano altro che filamenti lunghissimi, diritti od un po' flessi, friabili, pallidamente ocracei, isodiametrici, di μ 1,7 a 2, con pareti nette e spesse da μ 0,3 a 0,5. A questi fili, del diam. trasv. predominante di 2 μ, vanno frammisti dei piccoli ammassi ocracei zoogleiformi di batteri, con qualche sottile filamento tortuoso di circa 1 μ. Anche qui non manca qualche ciliato e delle zoospore. Col trattamento ossalico restano degli scarsissimi filamenti molto fini. Con soluzione di vesuvina in acido ossalico si mettono bene in evidenza i cumuli di batteri che in qualche punto avvolgono i filamenti tipici di Crenothrix.

I campioni dell'altra sorgente con Crenothrix, in mezzo ai filamenti sopradescritti, ne presentano degli incolori e di quelli intensamente ferruginei, con doppia parete, del diametro medio di 6 a 8 μ. con espansioni ovalari o sferiche, con setti, e con leggieri strozzamenti in corrispondenza dei setti stessi, oppure privi affatto di sepimenti. Alcuni di questi presentano il protoplasma di un colore ocraceo diffuso in mezzo al quale si distinguono delle granulazioni, altri invece sono perfettamente ialini. Negli uni e negli altri si osservano delle ramificazioni vere. Spesso i filamenti più grossi ed ocracei sono rivestiti da granulazioni disposte in modo irregolare, a conglomerati. Da questi fili si passa ad altri, essi pure non isodiametrici, ma più sottili, che in piccolo tratto si assottigliano sempre più fino al diametro di quelli propri della Crenothrix, della quale sono più ferruginei. Si vedono altresì conservarsi isodiametrici, oppure di aspetto vitreo, con

o senza stria centrale più chiara. Assumono infine aspetto irregolarmente tortuoso, e le foggie più svariate a seconda delle deposizioni ocracee che li contornano, a seconda del loro intreccio e delle variabilità del diametro. In generale i filamenti più grossi, e cioè di μ 10-15 non sono ocracei, mentre spiccano pel ferrugineo intenso e per rifrangibilità quelli del diam. trasv. di μ 2 a 5. Osservando i cespugli dove predominano tali filamenti, previo trattamento con soluzione di bruno vero o di vesuvina in acido ossalico, se ne apprezza facilmente la natura nicotica, di che, per evitare ripetizioni, sarà detto in seguito.

Di molte altre località ove ho trovate le forme che riunirò per ora sotto il nome di Crenothrix credo inutile di occuparmi, avendo descritto le caratteristiche principali che nei mezzi diversi possono riscontrarsi, per un complesso di circostanze intrinseche ed estrinseche le quali vogliono essere indagate. Presso Nodica ad esempio, alla scaturigine di certe acque termo-minerali che fuoriescono dalle falde dei vicini monti costituiti da calcare cavernoso, vi è la Crenothrix con aspetto identico a quella rinvenuta nella Zambra di Asciano. Dalla Versilia ho avuto campioni simili a quelli prelevati nella Valle di Linaglia. Piuttosto dunque che continuare nell'indagine di esemplari, che, salvo la concomitanza di nuovi infusori, di sporozoi, di diatomee, di oscillarie, di ifomiceti e di batteri i più diversi, dovrei riportare ai tipi precedentemente descritti, guarderò di approfondire lo studio, in ispecie della forma più comunemente osservata, e di vedere quali rapporti può essa avere con i microfiti conviventi e fino ad ora conosciuti.

§. IX.

Osservazioni e ricerche sperimentali.

Appena constatata in Asciano la presenza dei fiocchetti ocracei di cui abbiamo visti i particolari, bisognava metterne in chiaro la natura, e prima di tutto conoscere se in realtà potevano ascriversi al microrganismo noto nella letteratura sotto il nome di *Leptothrix Kühniana* Rab. o di *Cren. Kühniana* o *polyspora* Cohn-Zopf. Presa cognizione delle memorie analizzate al §. 2, mi procurai al tempo stesso i microfiti del gruppo in cui generalmente si descrive la Crenothrix, ed i relativi pre-

parati di confronto che vanno per i laboratorî come esemplari. Oltre che alla cortesia di alcuni colleghi, debbo alla casa **Friedrich Hofmann** di Dresda le preparazioni di *Beggiatoa alba*, *Cladothrix dichotoma* e *Crenothrix polyspora*.

Già nella primavera del 1897 possedevo una ricca collezione di quei microrganismi che dal punto di vista di Zopf appartengono alle *Leptothricheae*, ed avevo distinto la Crenothrix dai numerosi microfiti e protozoi con i quali è solita convivere.

Per dire il vero, ad appurar la diagnosi poco mi valsero i preparati, avendoli ricevuti colorati intensamente e montati al balsamo del Canadà, mentre per questi microfiti è da usarsi con vantaggio il miscuglio di gelatina e glicerina, come da più di un ventennio lo hanno adottato i botanici [1], semprechè si tenga conto dei fenomeni plasmolisici che si determinano nel fare le inclusioni in detto mezzo.

Nè posso dire che le indagini bibliografiche mi abbiano sempre agevolato il cammino, perchè, se per diagnosticar bene la Crenothrix io avessi dovuto distinguere le macrospore dalle microspore, eppoi osservarne la germinazione in camera umida; oppure tener dietro alla uscita degli articoli dalle guaine dei filamenti, sia per esser quelli cacciati fuori dall'accrescimento degli altri articoli intercalari; sia per il movimento proprio degli articoli stessi: se avessi dovuto osservare la germinazione dei gonidi entro i filamenti (sporangi) in guisa da risultarne le disposizioni molto graziose, di cui Zopf dà esempio nella Tav. I, fig. 5 della citata memoria; ovvero l'altro processo di moltiplicazione simile a quello di alcuni micrococchi, o di **Palmellaceae**, alla guisa del *Pleurococcus mucosus* Kutz. ecc.: se avessi dovuto verificare tutte le forme e gli stadi che sono stati appropriati alla Crenothrix, forse bisognava rinunciare alla determinazione di questa entità specifica e pensar piuttosto a creare un nuovo genere, o delle nuove specie, con gli esemplari che avevo fra mano.

Evidentemente però era accaduto che nel ciclo delle forme proprie della Crenothrix, ben riprodotte da Zopf nella Tav. II, fig. 14, 15 e 16, e nella Tav. III, fig. 20, erano stati descritti

---

[1] Vedi le formule di Nordstedts (*Om Anvädandet af gelatinglycerin vid undersökning og preparering af Desmidieer.* Botaniska Notiser, 1876, n.r 2), di Kaiser e di altri.

dei microfiti che avevano con la Crenothrix stessa dei soli rapporti di convivenza. Dunque bisognava insistere in questo studio, e vedere quali metodi di ricerca potevano condurre a dei risultati attendibili.

Per prima cosa, col materiale molto adatto che forniva la polla N.° 6 del Pino, mi feci a tentare le culture con i metodi in uso nei laboratorî batteriologici.

Convinto dell'utilità che per le diagnosi batteriologiche deriva dall'impiego dei mezzi di cultura generalmente adottati ([1]), presi subito i comuni substrati solidi, gelatina ed agar, per gli isolamenti in scatole di Petri alla temperatura ambiente e nel termostato a 37° C. Col brodo, col peptone, col latte e col siero di sangue di bove preparai dei cespuglini in goccie pendenti, dopo averli fatti passare per più volte in grandi matracci contenenti acqua sterilizzata, allo scopo di liberarli al più possibile dai batteri. Decantata l'acqua, e presi i cespugli depositati al fondo, spesso raggiunsi l'intento di separarli in realtà dalle batteriacee. Sulle patate alla Roux feci innesti di piccoli frammenti ocracei, per seguire a brevi intervalli di tempo le eventuali modificazioni dei filamenti.

Furono fatte infissioni nei tubi di gelatina e di agar; furon tenuti i tubi e le scatole sia alla luce che all'oscurità.

Visto che con i metodi ordinari non riuscivo a nulla, passai alle culture anaerobie. Falliti anche questi tentativi, mi detti alla preparazione di substrati speciali, facendo prevalere in alcuni l'azoto, in altri gli idrati di carbonio. Feci dei liquidi zuccherini, che usai spesso di solidificare con *Gelidium spiniforme* o col *Fucus crispus*. Abbandonati i substrati più o meno complessi, con vario grado d'acidità o di alcalinità, mi ridussi a far le prove con l'acqua stessa in cui viveva la Crenothrix, solidificata per fare delle lastre, o per certe culture anerobiche, col solito *Gelidium*. Attendevo lo sviluppo dei filamenti, ma questi, se osservati per molti giorni, perchè non invasi dallo sviluppo di batteri o di ifomiceti, finivano col perdere il colore ocraceo, col ridursi quasi o del tutto invisibili.

Le infruttuose prove espletate mi spinsero a ricercare che

([1]) Grimbert L. — *De l'unification des méthodes de culture en bactériologie.* Archives de Parassitologie, 1, N. 2, pag. 191, 1898.

cosa avveniva dei cespugli se posti nell'acqua mantenuta in continuo movimento.

Eseguii degli esperimenti con fiale di 1 litro e di due litri, nelle quali l'acqua era tenuta in moto da un disco di vetro, fermato ad una bacchetta pure di vetro, la quale era legata alla ingegnosa turbina del meccanico Taddei, turbina che si mantiene in attività con piccolo consumo e con poca pressione d'acqua.

Altre esperienze con acque naturali od artificialmente arricchite di sali, furon fatte nell'Istituto di chimica generale della R. Università col chiarissimo prof. U. Antony, adoperando un apparecchio [1] per il quale i microfiti avevano acqua agitata e molto favorevoli condizioni di aereazione.

Anche questo metodo fallì, nonostante aggiungessimo alle acque dell'idrato di ferro colloidale. I cespugli, anzichè crescere e fissare il ferro, diminuivano di volume, e piuttosto divenivano pallidi.

Dietro questi risultati non rimaneva che la prova in acqua corrente, e cioè in *continuo movimento e rinnovamento.*

Tali prove furono ripetute in laboratorio ed in aperta campagna, dove scelsi dei corsi d'acqua sottili, situati in monte, alimentati da acque limpidissime, e di cui per prima cosa volli conoscere la microflora. Cercavo di collocare i cespugli dove l'acqua scorreva al pulito, sulle sponde sgombre da detriti in putrefazione; ma visto che i vegetali decomponentisi ne favorivano l'attecchimento, mi giovai di ciò, e così ottenni lo sviluppo rigoglioso di Crenothrix in diverse località del monte pisano. Per la stessa via mi riuscirono delle buone culture in laboratorio, valendomi dell'acqua di conduttura.

In esperimenti di questo genere, con acqua a contenuto microbiologico non costante, non uniforme, sorge subito la diffidenza, per la grande facilità di esser tratti in errore. Ma procedendo con circospezione massima, e dopo avere imparato a conoscere in ogni più minuto particolare i microrganismi di cui si vogliono seguire le fasi evolutive, ogni dubbio può eliminarsi. Nel caso concreto del resto, non avendo tra mano degli schizomiceti inferiori, per i quali il metodo non potrebbe conce-

---

(1) Antony e Bonelli. — *Esperienze relative alle acque potabili che hanno percorso tubi di piombo.* Gazzetta chimica ital. 1896, I.

dersi, ma dei microfiti ben distinti e distinguibili, la ricerca, semprechè oculata, non poteva a meno che essere rassicurante.

Fin dalle prime culture di laboratorio, e dai primi attecchimenti nel ruscello situato a levante del bottino del Pino, mi detti cura di indagare quali rapporti genetici esistessero fra le forme filamentose incolore e quelle fornite di guaina ferrica. Per mettermi sulla buona via valsero senza dubbio le innumerevoli osservazioni microscopiche che non mi sono stancato di ripetere a brevi intervalli di tempo con materiale fresco, o con i campioni fissati con acido osmico, o bicloruro di mercurio. La constatazione della perfetta somiglianza di forme fra i filamenti privi di guaina e quelli che erano forniti della guaina organoide d'ossido-idrato ferrico meglio che altrove mi risultò dall'esame dei cespugli presentatisi alla più volte rammentata polla del Pino. Qui, specie dal dicembre del 1896 al marzo del 1897, abbondarono i filamenti che nella Tav. VIII, fig. 1 si vedono incolori, fra' quali filamenti se ne distinsero alcuni con vere e proprie ramificazioni, come risultano dalla Tav. VIII, fig. 3. Gli uni e gli altri avevano movimento oscillarioide, ed erano come costituiti da tanti articoli ialini, tenuti insieme da una sostanza o membrana che manifestavasi come una sfumatura od alone chiaro, ma non netto, nè ben definibile. Più rifrangenti erano i filamenti della Tav. VIII, fig. 1 *c*.

Richiamandomi alla descrizione che ne ho già fatta, rileverò qui che i filamenti con vere ramificazioni, riuniti nella citata fig. 3, non solo dalla primavera del 1897 in poi non li ho più osservati alla polla n. 6 del Pino; ma neppure sono riuscito in seguito a constatarli nelle località attentamente esplorate, e nelle sedi ove ho potuto ottenere l'attecchimento della Crenothrix. Nei filamenti con guaina ferrica *mancano le ramificazioni*. Si potrebbe sospettare che tali fili, ridotti come vitrei e friabili, non lascino apprezzare le ramificazioni stesse per difetto di preparazione. A ciò peraltro ho cercato d'ovviare osservando i cespugli con le maggiori cautele di prelevamento dall'acqua e di disposizione sui vetrini; ma non sono riuscito a sorprendere disposizioni tali da poter ammettere un rapporto fra i filamenti ialini ramificati e quelli semplici con guaina ferrica. Resta dunque per questo microfita l'osservazione che esso rassomiglia perfettamente ai conviventi fili ialini semplici, sia per

le dimensioni, sia per la costituzione e variabilità della lunghezza degli articoli; sia per le reazioni e per il comportamento agli agenti plasmolisici ed alle materie coloranti; sia per il movimento. Essendo però dotato di ramificazioni vere; non avendolo visto rivestirsi di guaina ferrica; essendo scomparso mentre la vegetazione crenotricea è continuata; non avendolo visto apparire nelle località ove le vegetazioni della stessa Crenothrix del Pino e di altre provenienze erano nel loro inizio, e rigogliose, parmi conveniente lasciarlo come entità a sè, in attesa che gli studi ulteriori sul genere *Beggiatoa*, al quale sembra appartenere, ne completino la conoscenza. Lo designo intanto col nome di *Beggiatoa ramosa*.

Passando agli altri filamenti, che visibilmente si rivestono di guaina ferrica, o meglio, che hanno una guaina dove l'ossido-idrato ferrico non precipita in forma di minutissime granulazioni, ma che si immedesima nella guaina stessa, sostituendola come da un tubicino d'aspetto vitreo, omogeneo, di vario spessore, a seconda della maggiore o minor quantità del sale ferrico che lo costituisce, questi filamenti, soltanto se sorpresi nelle prime fasi del rivestimento organoide, lasciano osservare nell'interno gli articoli ialini, che già ho delineati nella Tav. VIII, fig. 4, articoli talvolta visibili anche senza l'aiuto della tintura iodica, o di speciali artifizi di tecnica. Insistendo per veder di colpire il fenomeno da altri descritto, della fuoriuscita cioè degli articoli bacilliformi dai tubicini ferrici, debbo dichiarare che mai ciò ho verificato accadere, e che anzi i tratti protoplasmatici interni, a misura che la guaina ferrica si fa più spessa, vanno soggetti a delle modificazioni identiche alla plasmolisi provocata con adatti reattivi. Poi finiscono con lo scomparire, lasciando delle guaine che nulla più posseggono d'organizzato o vitale. Del resto i filamenti indicati nella Tav. VIII, fig. 1 *b*, *c* e fig. 3 sono così delicati, che si dileguano facilmente anche dall'acqua stagnante. Ogni volta infatti che trasportavo dalla solita polla del Pino dei cespugli ocracei in una provetta, dopo 2 o 3 giorni di permanenza in laboratorio, lasciati immersi nella propria acqua, oltre a vederli volgere al colore *spangrün* indicato da ZOPF, e che si sa esser proprio dei sali ferrosi, nel tornare ad esaminarli al microscopio, mi colpiva la mancanza dei filamenti mobili, ialini, di cui non riuscivo a trovare neppur traccie.

Questi fenomeni si verificano con tanta maggiore rapidità quanto più elevata è la temperatura ambiente.

Nessuna meraviglia dunque che nei tubuli d'ossido-idrato ferrico la parte assile o vitale vada a dissolversi. Nè secondo le ipotesi emesse da Zopf gli articoli bacilliformi contenuti nelle guaine possono migrare, essendo ciò contradetto da replicate osservazioni fatte sopra materiale fresco, di età e provenienza varia. Del pari inammissibile è l'opinione di Zopf, che attribuisce al movimento proprio degli articoli la loro liberazione dalle guaine, le quali anche per questo si troverebbero vuote. Inammissibile perchè, quando la guaina ferrica è in via di formazione, serra gli articoli in guisa da ostacolarne qualsiasi movimento; nelle fasi successive poi si osservano, come ho già avvertito, dei segni manifesti d'avvenute contrazioni del protoplasma, contrazioni che rapidamente si accentuano al punto da ridursi incompatibili con la vita.

Se i filamenti ialini semplici, come depongono le osservazioni microscopiche, sono dunque quelli che si rivestono d'ossido-idrato ferrico, e sono le guaine appena formatesi che, perso ogni vestigio di contenuto protoplasmico, non rappresentano più nulla di organizzato, convien passare alle osservazioni e ricerche intese a far luce sui problemi principali che ci si fanno dinanzi.

E il ferro indispensabile per lo sviluppo di tali microrganismi? Come è conciliabile ciò con la funzione deleterea che le guaine spiegano sui filamenti? Se questi microfiti possono vivere senza rivestimento ferrico, quindi con aspetto diverso, sono essi da ricercarsi sotto altra denominazione? Appartengono a generi e specie diverse? In ogni caso, il ferro delle loro guaine è il prodotto di un lavorìo biochimico speciale, od è la risultante di un ordinario fenomeno chimico-fisico d'associazione, che si svolge alla superficie dei filamenti di Crenothrix, come su qualunque altro sostegno meccanico? A queste e ad altre questioni che si succedono resta tanto più arduo il poter rispondere, in quanto, come sappiamo, ci manca l'utile e comoda risorsa delle culture pure. Tuttavia durante la stagione calda del '97, e nella primavera di quest'anno, non ho trascurato alcun tentativo d'esperimento, nè omesso di fare continui esami.

Riassumo in breve il lavoro compiuto con qualche profitto.

Dal maggio al giugno del 1897, fatta attecchire la Crenothrix nella Zambra della valle delle fonti, al così detto passo del Casone, vidi che qui, sotto la diretta influenza dei raggi solari, sviluppavansi rigogliosamente, come ricco fu poi lo sviluppo nel torrentello a sud-est della polla n. 6 del Pino, dalla quale ultima presi il materiale per trapiantarlo nelle dette località. Durante queste indagini, siccome contemporaneamente seguivo i cespugli mantenuti in laboratorio con acqua corrente, potei apprezzare un primo fatto, che fu il punto di partenza di altre prove sperimentali. Vidi cioè che i filamenti con guaina ferrica, portati dal Pino, davano origine a dei conglomerati di filamenti privi di guaina; e che quest'ultimi, prima di doventare ocracei, perfettamente corrispondevano alle culture d'una specie di *Beggiatoa,* vegetante a valle di certi lavatoi. Di più: dopo aver fatto sviluppare la Crenothrix del Pino al passo del Casone, notai, due metri a valle del punto di sementa, rivestirsi completamente di *Beggiatoa* incolora una doccia di legno percorsa dall'acqua che aveva lambito i cespugli ocracei, e dopo quattro giorni, diventare ocracei quasi tutti i filamenti che avevo osservati ialini, incolori.

Per quanto si sia ormai abituati a considerare le *Beggiatoceae* fra i *batteri tiogeni* o *solfobatteri,* distintamente cioè dai *batteri ferruginosi,* non doveva sembrare strana la coincidenza osservata, tanto più che la maggior parte di coloro che studiarono la Crenothrix, segnalano fra le specie conviventi la *Beggiatoa alba.* Si ricordi il caso di Rotterdam, che è, per le ragioni che vedremo, interessantissimo. Chi peraltro disponga delle vegetazioni di Beggiatoa per i debiti confronti, non può a meno che restare impressionato e dalle somiglianze che il microscopio ed i reattivi mettono in evidenza, e dai fatti che ho riferito. Ora aggiungo che, prelevati dal passo del Casone dei cespugli di Crenothrix, e posti con acqua della condutture in un recipiente a larga superficie, ho verificato più volte a 25-30° C. la comparsa alla superficie dell'acqua di veri filamenti di Beggiatoa, i quali rapidamente si son rivestiti di guaina ferrica. Non volendo prendere questi dati come decisivi, perchè incostanti, e perchè si svolgono dirò così fugacemente, in modo diverso da quel che succede della Crenothrix in natura, suben-

trando al primo e breve periodo dello sviluppo suaccennato la fase di disfacimento dei filamenti capaci di divenire ocracei, cercai di risolvere ogni dubbio con una esperienza che parmi decisiva.

Poichè nella valle delle fonti d'Asciano esiste sempre qualche vecchia presa con portata insignificante, che è messa fuori di servizio mediante un tappo di legno perennemente lambito dall'acqua, mi prefissi di fare attecchire su questo legno vecchio la Beggiatoa rinvenuta a valle dei lavatoi esistenti sotto l'Insetata, per poi osservare a quali vicende i filamenti andavano soggetti. Lo sviluppo della Beggiatoa, dopo vari innesti andati a vuoto, l'ottenni alla superficie del tappo che devia la pollicina S. Marco, la quale viene a giorno sotto le così dette Polle dei Gemitivi. Giova notare che, lungo la galleria di presa, coperta e praticabile, ove scorre l'acqua della polla S. Marco, non si sono mai avvertiti dei depositi ocracei, e che l'acqua di questa polla, con residuo oscillante a 120° C. fra gr. p. litro 0, 11 e gr. 0, 12, contiene *tracce minime* di ferro, derivando da un ripieno ove si trovano soltanto dei detriti di anagenite ed il prodotto del disfacimento di scisti poco ferriferi. Sul predetto mozzicone di legno la Beggiatoa si sviluppò rigogliosa, all'oscurità, producendo filamenti lunghissimi ed una massa bianca, con le caratteristiche molto simili a quelle del microfita da Bonnier presentato alla Società botanica di Francia il dì 8 febbraio 1884 come campione di una batteriacea. Dopo due settimane, visto che al colore bianco si era sostituito l'ocraceo pallido, ricorsi agli esami microscopici e micro-chimici del caso. Mi trovai così di fronte a dei filamenti provvisti della nota guaina, con le caratteristiche cioè dei più diffusi esemplari di Crenothrix. L' esperimento si svolse in tali condizioni, e così al riparo da cause d'errore, da poter dare una sicura base alle innumerevoli osservazioni che già di per sè avevano dimostrato *essere la così detta Crenothrix nient' altro che una Beggiatoa capace di rivestirsi d' una guaina organoide d' ossido-idrato ferrico.*

Accertata questa nozione fondamentale, non avevasi più a che fare con l'incomprensibile microrganismo di Cohn e Zopf; ma con un' alga a tallo semplice, senza clorofilla, molto diffusa, che, per conoscerla nelle sue varie forme e nelle sue manifestazioni vitali, bisognava raccoglierla e studiarla, meglio che

in laboratorio, nelle località ove cresce spontaneamente. Questa via l'abbiamo in parte battuta nei precedenti paragrafi, ed ormai conosciamo quanto diverso può essere l'*habitat* delle specie e varietà che fissano il ferro.

Convinto pertanto che le ricerche di tal genere non si estendono mai abbastanza, ai campioni presi nel comune dei Bagni di S. Giuliano (Asciano), a Corneto Tarquinia, nel comune di Campagnatico, ai Bagni di Casciana, ai Bagni di Lucca, nella valle di Linaglia presso Casale Val di Cecina, a Nodica, e nelle colline pisane, volli aggiungere anche gli esemplari dei microrganismi che vegetano a Tabiano, Salsomaggiore, Porretta, Montecatini, Agnano, Uliveto, Chianciano, ed alle Acque Albule presso Tivoli. Esaminai pure la micròflora d'una trascurata sorgente solforosa che è nel comune di Vecchiano. Dal sig. Paolo Marini ho altresì ricevuto le così dette **Muffe di Valdieri**; dal collega sig. dott. Cominacini la sostanza ocracea della conduttura d'Oristano, e dall'amico T. De Hieronymis, medico provinciale, il deposito ferruginoso delle acque potabili di Chioggia.

Rivolgendo ora lo sguardo alle ricerche eseguite, il fatto più importante che emerge in servizio dell'argomento in esame si riassume in ciò, che ho visto crescere in luoghi diversi dei microfiti isolati che, avendo condizioni di esistenza identiche ad altri con i quali abitualmente si trovano a convivere, ed ai quali molto assomigliano per la forma, non avrei saputo in altro modo distinguere.

Infatti, quando fra certe forme concomitanti non esiste alcuna transizione morfologica, e quando alcune di queste forme si rinvengono isolatamente in località disparate, è buona regola non riunirle sotto un nome unico [1]. Ma trovandomi io nel caso di veder riunite delle forme dal lato morfologico indifferenziabili per gli stadi di passaggio, ed incapaci di svilupparsi anche nei mezzi indicati da Beyerinck, tanto più avevo bisogno di ricercarle e seguirle in natura, per sorprenderne lo stato d'isolamento. Questo, una volta constatato, ha un grande valore.

Entrare nei particolari delle numerose specie di diatomacee e oscillariacee, di ifomiceti e schizomiceti, di rizopodi, flagellati,

---

[1] Gomont Maurice. — *Monographie des Oscillariées (Nostocacées Homocystées).* Annales des Sc. nat., septième serie, *Botanique.* Tome, XV, pag. 253 e seg., Paris 1892.

infusori (ciliati) e di sporozoi che ho avuto campo di raccogliere, ci porterebbe lungi dal nostro scopo. Qui basta far cenno dei protofiti che per affinità di forma o di funzione hanno un qualche rapporto con le Beggiatoa, o con la così detta Crenothrix, a prescindere ben s'intende dai modi diversi di simbiosi che fra questi esseri microscopici si esercita.

Non mi trattengo perciò sulle molteplici forme sferiche, sui loro particolari morfologici e sul loro modo di aggregazione, trattandosi di cellule che, mentre quando si raccolgono possono essere perfettamente ialine, se esposte alla luce si vedono assumere la clorofilla. Accumuli di cellule minutissime simili, a quelle che Zopf considera come spore di Crenothrix, li ho visti prendere il color verde, riconosciuto con l'esame spettroscopico per clorofilla. Lo stesso dicasi delle varie forme circolari od ovolari che si notano nella Tav. VIII, fig. 1, 2, 8 e Tav. IX, fig. 7.

Commensali frequentissime delle Beggiatoe sono certe oscillarie verdi, delle cui forme aberranti od anamorfiche ho dovuto occuparmi. Accade assai spesso di incontrare dei filamenti verdastri, che hanno perduto la facoltà di riprodursi per zoospore, e che, tenuti in cattive condizioni di aereamento, ed in acqua ricca di protozoi, si assottigliano, e prendono quella forma da Borzí detta *sticococcoide*. Il nesso genetico che le lega queste forme con quelle normali è stato studiato da algologi illustri come lo stesso Borzí, Hansgirg, De Wildeman. ecc.

A questi stadi anamorfici di alghe riferisco certi filamenti, di un diametro che oscilla intorno al micromillimetro, con membrana si può dire invisibile senza reattivi, e costituiti da elementi di forma bacillare, con tendenza a separarsi gli uni dagli altri. Nella Tav. IX, fig. 7*i*, ho riprodotto due di questi fili che avevano color verde pallido ed in cui la moltiplicazione si è ridotta al semplice fenomeno della scissiparità, come avviene nello *Stichococcus bacillaris* Naeg., di cui ho ottenuto una cultura quasi pura dall'acqua potabile della città, abbandonata in un matraccio per quasi sette mesi. Avendo sott'occhio le forme della citata figura 7 *i* mal si possono differenziare dai filamenti di Beggiatoa, se non si osserva che nelle dette forme persiste un vestigio di colore clorofillaceo; che il contenuto dei singoli articoli non ha di regola granulazioni, e che mancano i movimenti.

Altri fili sottilissimi, immobili, ottenuti da graduali passaggi di oscillarie verdi, in modo da esser sicuro che mi rappresentavano un semplice stato di transizione dall'una all'altra forma, sono quelli della Tav. IX, fig. 7*f*. Si tratta di filamenti che ho riscontrato in acque con Crenothrix da molto tempo chiuse in recipienti di vetro esposti alla luce, con protoplasma omogeneo, talora con interruzioni nel contenuto, o con granulazioni finissime ed irregolarmente disposte, distinguibili da certe Beggiatoe solo per la clorofilla. Ma dove questa era scomparsa, od estremamente diluita, io mi trovavo nel campo del microscopio degli intrecci che potrebbero benissimo essere rappresentati con le fig. 1, 2, ecc. della Tav. III, con cui Zopf (1) ha illustrato la *Cladothrix dichotoma.*

Ricorso ad osservare l'aspetto che i filamenti prendevano con i reattivi plasmolisici, io mi son trovato dinanzi la precisa fig. 5 della citata Tav. III di Zopf. Ho notato cioè che il contenuto di questi fili si retrae lasciando un occhiello fra articolo ed articolo che ha la sua apertura maggiore in corrispondenza dell'asse longitudinale dei fili stessi, mentre va a chiudersi verso l'estremo parietale.

Vi somiglia molto la *Cladothrix intricata* di Russell, e perfettamente vi corrisponde il comportamento con gli acidi degli ordinari filamenti delle più sottili *Pleurococcacee.* Qualora dunque le citate forme aberranti siano state descritte per *Cladothrix,* bisogna togliere fin d'ora di mezzo questa denominazione generica, per sostituirvi più giustamente quella di *Stichococcus,* genere stabilito dal Naegeli fin dal 1849 (2).

Le estese ricerche microbiologiche alle quali attendo da molti anni mi hanno lasciato finalmente dubitare dell'esistenza dei protofiti da ascriversi al gen. *Cladothrix* Cohn (3). Non possono farne parte, come ho sostenuto e sostengo fino dal 1890, quei micromiceti *con filamenti ramificati, e con vere formazioni gonidiali,* che descritti da primo nel gen. *Streptothrix,* debbono conservarsi nell'ultimo gradino delle *Hyphomyceteae,* ed oggidì com-

---

(1) Zopf. — *Zur Morphologie der Spaltpflanzen (Spaltpilze und spaltalgen) mit sieben taflen.* Leipzig 1882.

(2) Naegeli. — *Gattungen einzelliger Algen* etc. pag. 76, 1849.

(3) Cohn. — *Untersuchungen über Bacterien.* Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, I, parte 3a, pag. 341.

prendersi nel gen. *Actinomyces*, di che ormai convengono BERESTNEFF, LACHNER-SANDOVAL e tutti coloro che rispettano le leggi della nomenclatura scientifica. Non appartengono al gen. *Cladothrix* le specie descritte da BILLET (1), da BÜSGEN (2) e da quanti non ben conoscono il gen. *Beggiatoa*, od il gen. *Actinomyces* ampliato. Dalla maggior parte dei batteriologi si sono confuse le *Cladothrix* con le *Leptothrix*, con le *Thiothrix* e con altre *Trichobatteriaceae* incompletamente note. Per WINTER (3) la *Cladothrix* non è che un microrganismo con pseudo-ramificazioni, formato da articoli assai lunghi, divisi, come le cellule di certe ife; per altri è un bacillo filamentoso pseudoramificato, senza vestigio di sepimenti, di granuli protoplasmatici. In SACCARDO (**Schizomycetaceae**) il gen. *Cladothrix* è così designato: " Filamenta basi ab " apice superiore distincta, vagina crassa obincrassata, articu- " lata, pseudo-ramosa. Arthrosporae binae in singulis microba- " culis ellipsoideis ortae ". La sola *Clad. dichotoma* COHN, che vi appartiene, si troverebbe secondo DE TONI e TREVISAN nelle acque stagnanti, nelle alghe in putrefazione, e si moltiplicherebbe per artrospore. Ora io non sono mai riuscito ad isolare microrganismi filamentosi tenuissimi, privi di vere ramificazioni e con artrospore, che non appartenessero al gen. *Bacillus*, che non fossero in altri termini degli schizomiceti veri e propri, vicini al *Bac. megaterium*, al *Bac. mycoides* e ad altre specie simili del terreno, o dell'acqua. Presi i campioni ed i preparati avuti per *Cladothrix* non ho potuto formarmene il concetto di un genere a sè. Quando ho verificato che avevo sott'occhio una vera e propria *Beggiatoa*, quando ho dovuto concludere per la natura micotica di filamenti di cui sono riuscito a provocare la fase conidiale, o sporigena. Se dunque non sono accaduti equivoci con gli *Actinomyces*, con le *Leptothrix*, con le *Beggiatoa*, con i *Bacillus*, è probabile che per *Cladothrix* si sia inteso fin qui d'indicare quelle forme delle alghe che stanno

---

(1) BILLET A. — *Contribution à l'étude de la morphologie et du dévoleppement des Bactériacées.* Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, 1890, pag. 25-107, Tav. I-IV.

(2) BÜSGEN. — *Kulturversuche mit Cladothrix dichotoma.* Berichte der deutschen botanichen Gesellschaft, 1894, pag. 147.

(3) VINTER GEORG. — *Die Pilze-Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz.* I. Abtheilung-Leipzig, 1884. pag. 40.

per perdere, o che non lasciano più vedere la clorofilla, che sono sottili e con articoli simili a quelli dei bacilli più elevati, che non sono coltivabili nella gelatina, nell'agar e nel brodo, che in altri termini appartengono a quelle forme *sticoccoidi* di alghe relativamente superiori, come ad esempio dell' *Ulothrix flaccida* Ktz. Tali forme, realmente somiglianti ai bacilli, ed appartenenti alle alghe; immobili, senza ramificazioni vere, si presentano di incerta posizione sistematica, tali insomma da aver giustificato nel 1875 la creazione per parte di Cohn del genere *Cladothrix*, appartenente ai *Desmobatteri*. Ma secondo le osservazioni fatte e quelle che seguono, non trovo che tal genere abbia ragione d'essere conservato, e tanto meno poi fra le *Bacteriaceae*.

Sarebbe il passo così un po' sgombrato se fra i protofiti anch'essi somiglianti alla Crenothrix, e molto affini alle alghe, non vi fossero da esaminare quelli che in gran parte costituiscono le così dette **Muffe di Valdieri.** Intendo più che altro riferirmi a quegli intrecci filamentosi, esilissimi, non ramificati, che dal prof. Delponte ricevettero il nome di *Leptothrix Valderia* [1]. Sono di colore ocraceo vivo, e cominciano a svilupparsi sulle superficie rocciose ove l'acqua scorre a 55° C., per divenire più rigogliosi nei punti ove l'acqua arriva a 50° C. Questa *Leptothrix* ha un diametro di poco oscillante intorno a 0, 8 μ. Nella soluzione d'acido ossalico conserva a lungo il suo colore ocraceo, che scompare meno lentamente nel sublimato corrosivo. Con gli agenti plasmolisici il protoplasma si frammenta, ed i segmenti che ne derivano sono più o meno lunghi o distanti.

Il gen. *Leptothrix* Ktz. (1843), trovasi in Rabenhorst così definito: " Trichomonata tenuissima, abbreviata, adhaerentia, " segregata, vel laxe aggregata, numquam intricata, saepius " oscillantia, indistinte articulata, et saepe distincte vaginata; " cytioplasma homogeneum, aetate provecta granulosum non- " nunquam fasciatim contractum ".

Le *Leptothrichieae* in Saccardo costituiscono una tribù " spo- " rae nulae autem saltem hucusque nunquam detectae. Filamenta

---

[1] Delponte G. — *Lettera al dott. G. Garelli.* Gazzetta medica italiana. Stati Sardi, 1857.

" simplicia „. Fa seguito il gen. *Leptotrichia* Trev. (1879) con 13 specie, l'ultima delle quali, e da escludersi, sarebbe appunto la *Leptotrichia Valderia*.

" Les *Leptothrix* diffèrent des *Bacillus*, scrive Magnin, par " leurs filaments très-longs, adhérents, très minces et indistin- " ctement articulés „ (1).

Sono state riunite nel gen. *Leptotrichia* delle specie di *Leptothrix*, di *Leptonema* Rabenh., d'*Ophryothrix* Borzí, *Thiothrix* Winogradsky, *Beggiatoa* Trevisan (2).

Per alcuni detto genere mal si differenzia dal gen. *Bacillus*, tanto è vero che vi conservano la *Leptothrix buccalis* Robin (3), che è una forma di adattamento alla vita asporigena di un bacillo vero e proprio. Con questa forma, non coltivabile con i mezzi ordinarî, sono stati confusi degli *Actinomyces* ed altri micromiceti (4-5) che crescono bene su vari substrati. Se però torniamo alle origini del gen. *Leptothrix*, che fu istituito per alghe a tricomi semplici, sottili, distinti, articolati, per lo più immobili ed incolori, e di cui si ignorava il modo di moltiplicazione, dobbiamo riconoscere che la *Leptothrix Valderia* vi fu giustamente ascritta.

Sull'autonomia di questo gen. *Leptothrix* poco vi è da dire. Oggi sappiamo che esistono fra le specie del gen. *Beggiatoa* dei filamenti lunghi ed estremamente sottili, quali si ritenevano caratteristici del gen. *Leptothrix*. Non resta dunque che valerci di questa denominazione per le forme filamentose del tartaro dentario, finchè non saranno coltivate e descritte. Ma a parte ciò dobbiamo esaminare la *Leptothrix ochracea* Ktz., ossia quel microrganismo di cui Kützing non dà che una descrizione incompleta, e che Winogradsky ha riscontrato comunissimo nelle acque ferruginose (6). Io stesso ho potuto ottenere dalla sorgente del Doccione dei Bagni di Lucca una specie ocracea che non sarà superfluo esaminare in rapporto con la *Leptothrix* predetta.

---

(1) Magnin Ant. — *Les Bachtéries*. Thèse. Paris 1878, pag. 74.

(2) Saccardo P. A. — Sylloge cit. pag. 932-935.

(3) Robin C. — *Histoire naturelle des végétaux parasites de l'homme et des animaux*. Paris, 1853.

(4) Arustamow. — *Zur Morphologie und Biologie der Leptothrix*. Centralblatt für Bakteriologie, 1889, VI, pag. 349.

(5) Dobrzyniecki. — *Ueber Leptothrix*. Centralbl. f. Bakt. 1897, XXI, pag. 225.

(6) Winogradsky. — *Ueber Eisenbacterien*. Botanische Zeitung, 1888, pag. 262.

Nell'eseguire le analisi batteriologiche sistematiche delle acque che via via prendevo a studiare, mi sono sempre attenuto al metodo di servirmi dei substrati solidi per gli isolamenti opportuni, e di mantenere le scatole di Petri in un termostato con temperatura pari a quella della sorgente in esame. Per le analisi dell'acqua del Doccione tenni il termostato solo a 50° C. A questa temperatura isolai fino dal 15 giugno del 1897 non solo delle specie di batteri, che benissimo crescevano a 50° C.; ma anche un microrganismo filamentoso che, trapiantato in tubi con agar a becco di flauto, richiamò ben presto la mia attenzione per l'intenso color ruggine che assunse su tutta la superficie di sviluppo. Quanto ai batteri dirò subito che più abbondanti li rinvenni alla superficie del bicchiere nel quale versa perennemente l'acqua del Doccione destinata per bere, *bicchiere che è ricoperto da uno strato d'ossido-idrato ferrico dovuto a comuni schizomiceti, divenuti termofili per adattamento,* come di ciò mi hanno convinto le culture che a grado a grado ho ottenute rigogliose alla temperatura ambiente. Per ciò che riguarda la specie ocracea, capace di mantenersi di color ruggine vivo, di ricuoprirsi qua e là di filamenti candidi, od anche di ridurre il proprio potere cromogeno, due principali questioni si presentavano da risolvere. La prima, se il microrganismo poteva identificarsi alla *Leptothrix ochracea* Ktk.-Winog., piuttosto che alla *Leptothrix Valderia,* o ad altri filamenti ivi già riscontrati; la seconda, se e quale rapporto avesse il microfita con la messa in evidenza del ferro in quella località.

Dal lato morfologico e tassinomico mi riuscì facile d'orizzontarmi.

Avevo allo studio un *Actinomyces,* con tutte le caratteristiche delle specie che vi appartengono, nè è qui il caso di dimostrarlo con una lunga e minuta descrizione.

Esaminando il pigmento ocraceo in confronto della *Leptothrix Valderia* Delponte, si ha che quest'ultima, oltre conservare il suo bel colore *incarnatus* con acido ossalico, va lentamente decolorandosi in acido cloridrico diluito; passa all'olivastro e quindi al bruno con acido solforico puro; passa al verde, ed attraverso il color canarino si decolora con acido nitrico concentrato; non si altera con gli idrati alcalini e con l'ammoniaca; non passa all'etere, al cloroformio, nè all'alcole amilico. L'alcole

etilico scioglie il pigmento di questa *Leptothrix*, ed il soluto si mantiene inalterato alla luce per oltre un mese. Nell'acqua è affatto insolubile. Nell'*Actinomyces* del Doccione invece il pigmento è solubile lentamente nell'acqua; si mantiene con gli alcali, e con li acidi minerali ed organici diluiti; si scolora, passando pel giallo canarino, con acido nitrico fumante; va al verde scuro con acido solforico concentrato; si scioglie con etere, cloroformio, benzina e alcole amilico. L'alcole etilico e metilico sono i migliori solventi del pigmento, come avviene per l'*Act. asteroïdes* Eppinger, per l'*Act. aurantiacus, carneus,* ecc. Poste queste differenze, che dal canto loro servono anche a distinguere i due protofiti dalla Crenothrix, basterà aggiungere che, se adottasi il metodo di Winogradsky per ottenere la *Leptothrix ochracea,* non si hanno alla superficie dell'acqua contenente ferro che dei filamenti di *Beggiatoa* misti a batteri. E quei bastoncelli mobili che a Winogradsky [1] parvero delle artrospore, non rappresentano se non uno stadio di maggiore segmentazione dei filamenti delle *Beggiatoa,* fatto questo che ho più e più volte accertato. Se invece si ricorre al metodo delle culture piatte con agar, la specie ocracea che può incontrarsi, e che posseggo in cultura pura, non forma alla superficie dell'acqua alcun velo; non ha la proprietà di fissare il ferro come le *Beggiatoa;* non può dunque per essenziali differenze morfologiche e biologiche ravvicinarsi alla specie che Winogradsky ha descritta.

Presa dalla stessa sorgente del Doccione un poco di materia ocracea di recente riprodottasi, e posta in un recipiente che si mantenga bene aereato ed a temperatura piuttosto alta, si vedono sorgere dai corpuscoli ferruginosi dei filamenti bianchi e sottili, che, dopo un breve stadio di accrescimento, si arrestano. Neppure questi filamenti, che fuori della naturale corrente non si rivestono di guaina ferrica, e che differiscono dalla *Beggiatoa minor* delle Acque Albule, della Porretta e di Tabiano, solo per essere irregolarmente contorti, e meno sottili di quelli ad esempio della sorgente solforosa di Tabiano, neppure questi, dico, potrei riferire al gen. *Leptothrix.* Ed affermo ciò perchè non accetto il criterio di porre nel gen. *Leptothrix*, come si è fatto

---

[1] Winogradsky. — *Sur le pléomorphisme des Bactéries.* Annales de l'Institut Pasteur, 1889. III, n. 5.

da molti, sia le oscillarie acroe quando sono immobili, sia le beggiatoe che non abbiano i pretesi granuli di zolfo [1].

Prima di discutere sull'estensione da darsi al gen. *Beggiatoa* mi restano da enumerare altri microrganismi che, sopraggiunti nelle sedi di sviluppo della Crenothrix, si appropriano il ferro, assumendo delle forme che possono equivocarsi facilmente con i veri fili di Crenothrix.

Qui debbo rammentare per i primi i miceli di certi ifomiceti, e più specialmente delle *Mucoraceae*. Ne ho visti a Nodica, ai Bagni di Lucca e nella sorgente n. 2 della galleria di Linaglia. Sopraggiunsero pure in Asciano, nella galleria del Pino, dopo oltre 6 mesi da che vi rinvenni la Crenothrix. Studiando questi miceli nei loro particolari più minuti si acquista ben presto la convinzione che ai medesimi appartengono molte di quelle forme che da Cohn e Zopf furono attribuite alla Crenothrix. Ho voluto accertarmene con l'ottenere dai miceli, di cui vedesi un frammento nella Tav. VIII, fig. 5 *a*, la produzione delle ife sporaginifere. Con le spore ho riprodotto successivamente dei cespugli micelici in acqua ferruginosa. Le ricerche istituite sono concordi nel dimostrare che i filamenti micelici degli ifomiceti assorbono il ferro, fissandolo specialmente nel loro protoplasma, sotto forma d'ossido idrato. Io ho potuto sperimentalmente riprodurre col *Mucor stolonifer* quei filamenti con doppia parete, intensamente ocracei, e quelli di diametro 3 e 4 maggiore della Crenothrix, che vanno ad assottigliarsi in piccolo tratto, fino ad uguagliare il diametro della Crenothrix stessa. Però si differenziano perchè hanno ramificazioni vere, e talora sì spiccata variabilità nello spessore dei filamenti e nel produrre dei cespugli, quale è propria del gen. *Mucor* Micheli. Trattando questi fili ocracei di natura micotica con acido ossalico, resistono al solvente più dei veri filamenti di Crenothrix. Quelli che han solo nell'interno del colore ferrico suffuso, mentre le pareti son normali, ed il protoplasma è ancora granuloso, visibile, col trattamento ossalico non si alterano. Quando si trovano degli intrecci con ramificazioni vere, con ingrossamenti

---

[1] Van Tieghem Ph. — *Observations sur des bactériacées vertes, sur des phycochromaées blanches, et sur les affinités des ces deux familles.* Bull. de la Soc. bot. de France, séance du 11 Juin 1880, pag. 174-179.

bruschi, con fili frammisti molto grossi, sia pure profittando dei piccoli tratti dove le deposizioni granulari non nascondono la struttura dei filamenti, si può riconoscere quelli di natura micelica dagli altri. Ma non di rado le ife tanto si assottigliano, e per lunghi tratti si mantengono così isodiametriche e senza ramificazioni, da rendere affatto incerta una diagnosi microscopica differenziale. Ciò è avvenuto ed avviene specie nei casi in cui gli ifomiceti si sono ridotti commensali della Crenothrix, spontaneamente e da tempo non breve. In circostanze di tal natura può anche succedere che concomitanti ai semplici fili di Crenothrix si trovino altri filamenti più ferruginei, con asse centrale sottilissimo e con guaina ferrica molto spessa, i quali ultimi sembrino per di più forniti di vere ramificazioni. Si tratta di una varietà di Beggiatoa i cui filamenti, trovandosi fra di loro disposti a guisa di Cladothrix, possono venire saldati assieme dalla guaina ferrica. Ne risulta così una ramificazione vera, che l'acido ossalico fa riconoscere prodottasi fortuitamente. Sono questi fili con linea scura centrale e con guaina organoide di uno spessore considerevole, che ad esempio abbondano alle origini dell'acquedotto di Cecina, e che un attento esame certo permette di separare da quelli micelici, privi di guaina organoide. Non ignorandosi da alcuno i particolari della forma e del contenuto dei miceli mucoracei, e d'altra parte essendo così facile provvedersene per averli presenti, nonchè per osservare le forme che in genere assumono le ife che si sviluppano nell'acqua, tralascerò i confronti che potrebbero farsi fra certe espansioni dei filamenti, che ricordano gli eterocisti dei Nostoc, ed altre di forma irregolare, prodottesi da un sol lato, ed infine quelle terminali ovalari o piriformi, che, alla guisa della fig. 25, Tav. III, di Zopf, contengono protoplasma granuloso, senza speciali differenziazioni.

Fatto cenno dei micromiceti concomitanti della Crenothrix, vi sarebbero da considerare le diatomacee capaci di fissare il ferro. Fra queste vien subito fatto di pensare alla *Gallionella ferruginea* Eherenberg ([1]). Nell'opera pregevolissima di Cristiano Goffredo Eherenberg si trova rappresentato questo protofita da ca-

---

([1]) Ehrenberg. — *Die Infusionsthierchen als Wollkommene organismen.* Leipzig, 1838, Atlas. T. X, fig. 7.

tene bacilliformi fatte da articoli di egual lunghezza e di color *fulvus*, diramantisi da due fili sottilissimi, senza struttura, di colore *stramineus*. Non vi sono filamenti elicoidi nè figure simili a quelle pure elicoidi della Tav. III, fig. 20 *a,b*, di ZOPF, cosa questa che, data la somma accuratezza di detta opera dal lato iconografico, indurrebbe a ricercare ne' microrganismi diversi da quelli che ho descritto le caratteristiche specifiche della *Gallionella*.

Prima difficoltà si incontra nell'esame delle specie che attualmente fanno parte del gen. dedicato a GALLION. Riunite da DE TONI nel gen. *Melosira* AG., trovasi che la *Melosira ferruginea* EHR. è una specie da escludersi. " Est spirillum, ergo ad schizo- " mycetaceas pertinet „ (1). Ricercata nel gen. *Spirillum*, così è descritta in Saccardo (2): " *Sp. ferrugineum* EH. DE TONI. Baculis " brevibus, ferrugineo flavis, immobilibus, laxe irregulariterque " contortis, saepe pluribus implicatis septulis transversis inco- " spicuis. Hab. in fontibus martialibus passim. Floccos ochra- " ceos, flavos efficit „.

Dalle diatomacee assai elevate, come sono le Melosire, discesi a questa diagnosi, dobbiamo riflettere che lo ZOPF attribuisce le forme a rosario, di color rosso bruno, alla *Crenothrix polyspora*, considerandole come filamenti morenti. Ne trovò nei serbatoi di Tegel e di Charlottenburg (3) e vide le forme di passaggio ai fili normali. D'altra parte abbiamo i filamenti spirali da me già descritti e figurati, e che accompagnano le vegetazioni di Crenothrix sia nel cratere dei Bagni di Casciana, sia in molte altre località, senza aver dimostrato che rapporti abbiano dette forme elicoidi con lo *Spirillum ferrugineum* EH. DE TONI. È giunto dunque il momento opportuno di interessarcene.

A parte la considerazione che la specie di EHERENBERG è a dubitarsi se sia identica alla *Spirochaete ferruginea* HANSGIRG, alla *Didymohelix ferruginea* GRIFFITH, alla *Gloeosphoera ferruginea* RABENH., alla *Melosira minutula* BREB. ed allo *Spirillum* di DE TONI, sta il fatto della constatazione che con i filamenti tipici di Crenothrix si trovano non pochi fili spiraliformi di vario spessore. Di più debbo notare che solo dopo 6 mesi dalla comparsa della

(1) DE TONI G. B. — *Sylloge Algarum*, Vol. II, Bacillarieae, Patavii, 1894, pag. 1349.
(2) SACCARDO. — *Sylloge fungorum* cit. Vol. VIII, pag. 1007.
(3) ZOPF W. — *Entwichelungsgeschichtliche*, cit. pag. 1-12.

Crenothrix nel bottino del Pino, cominciò la presenza di lunghi filamenti elicoidi, alcuni de' quali più sottili di quelli ordinari di Crenothrix, isolati, o fra di loro avvolti in foggie diverse. Furono anzi queste forme che mi convinsero sempre più d'avere a che far con la specie descritta da Zopf.

Siffatti fili, del diametro di appena 1 μ, oggi predominano nella polla n. 6 di detto bottino, ove anche i filamenti tipici di Crenothrix si sono ridotti più esili.

Esaminando attentamente queste forme si possono distinguere quelle che a guisa di nastro piegato ad elica sembrano derivare dai filamenti tipici, dalle altre dovute a fili ben più sottili che si intrecciano fra di loro per lo più a due a due, od anche a tre, di rado in numero maggiore. Si scorgono inoltre fra i filamenti, che non han più figura cilindrica e divenuti elicoidi, tutte le gradazioni; da quelli sottilissimi cioè, fino a quelli di maggior larghezza, e se ne trovano dei piegati ora in spire molto serrate, ora in spire larghe, dando luogo a quella varietà di forme che specialmente colpisce facendo dei preparati con la sostanza *pseudorganica* raccolta ai Bagni di Casciana. Senza più oltre addentrarmi nelle particolarità morfologiche che ho in parte rappresentate nella Tav. VIII, fig. 6 e 7, dirò che ha fondamento il concetto di Zopf, secondo il quale queste forme, che ricordano la *Gallionella* di Eherenberg non sono altro che stadi anormali di Crenothrix, dovute all'invecchiamento, od alla perduta vitalità dei filamenti.

Rammenterò a tal proposito che queste forme non le vidi mai dove la così detta Crenothrix aveva attecchito da poco tempo. Osservando poi i filamenti molto vecchi, o quelli sottoposti ad essiccamento lento, si vedono comparire le forme a rosario: e ciò che più importa, si vedono i filamenti stessi scindersi in nastrini sottilissimi, come sfibrarsi, ed in parte avvolgersi ad elica, in parte conservare la forma normale. È dal disfacimento dei fili crenotricei che derivano i frammenti elicoidi più sottili, fra di loro uniti in una spira uniforme, più o meno compatta. Sono i filamenti normali che per una specie di disgregazione si scindono longitudinalmente e prendono l'aspetto elicoide. Una riprova io l'ho ottenuta facendo assumere le forme, che nella citata fig. 20 di Zopf sono incolore, ad alcuni fiocchi di *Beggiatoa alba*, lasciati essiccare nell'ambiente fra due vetrini.

Del resto le ricerche microscopiche a forte ingrandimento fatte sulla Crenothrix d'Asciano, che ho seguito nel suo invecchiare per poco meno di due anni; e la ripetuta costatazione dello sfibrarsi dei fili nel modo sopra accennato, autorizzano a riguardare la grande maggioranza delle forme spirali svariatissime, che accompagnano la Crenothrix vegetante da tempo in una data località, come derivate da una speciale alterazione dei filamenti di Beggiatoa, normalmente rivestiti di guaina ferrica organoide.

Ammessa questa origine dei fili elicoidi polimorfi, ben si comprende come questi siano dotati di grande resistenza, e come talvolta possano da soli far fede della Crenothrix sviluppatasi in una tubulatura, od in altro mezzo.

È per essi che non esito ad attribuire gran parte della alterazione avvenuta nei tubi di Campagnatico allo sviluppo della *Beggiatoa Kühniana.*

Con quanto sopra ho affermato è bene mettere in chiaro che non intendo escludere gli spirilli fra i protofiti capaci di fissare il ferro. Le mie ricerche in proposito tendono anzi a dare agli schizomiceti non poca importanza in questo fenomeno. Abbiamo già visto che nella sorgente *gialla* dei Bagni di Lucca l'ossido-idrato ferrico è legato alla presenza di batteriacee, fra le quali senza dubbio abbondano le forme spirillari. È questo dunque un esempio classico di deposito ferruginoso naturale nel quale entrano esclusivamente gli schizomiceti. Se a ciò si aggiunge che anche i batteri termofili del bicchiere che riceve l'acqua del Doccione sono capaci di fissare il ferro; che sono i veli micotici superficiali dovuti ai batteri che nel fare esperienze con acque ferruginose li ho visto mettere in evidenza l'ossido ferrico; che fra le granulazioni ocracee che aderiscono spesso ai filamenti di Crenothrix ve ne sono in buona parte che si debbono ai batteri della putrefazione, parrà giustificato, e che tali micromiceti si annoverino fra i concomitanti ordinari del fenomeno Crenothrix, e che loro si attribuisca la proprietà di favorire anche da soli, o di cooperare, al prodursi nelle condutture di ghisa dei tubercoli ferruginosi.

Ma prima di toccare l'argomento dal lato biologico e pratico, sarà bene premettere altre note che più interessano dal punto di vista morfologico.

Non continuo nella enumerazione degli esseri che hanno

con le Beggiatoe forme o funzioni in apparenza somiglianti, perchè dovrei proseguire per una via lunga e troppo ardua. Circoscriverò piuttosto le dette note al solo gen. *Beggiatoa* Trev.

È già questo un campo non augusto di ricerche, poichè lo stabilire le affinità di questo genere con quelli prossimi; lo indagare le particolarità morfologiche delle specie che vi appartengono; il distinguerle fra di loro, offre di per sè tale un complesso di difficoltà, da non poterle affrontare con la presente contribuzione.

È noto che il gen. *Beggiatoa* fu istituito dal conte Trevisan nel 1842, in omaggio al dott. Beggiato, botanico vicentino [1], per designare quei protofiti filamentosi i quali vanno oggidì sotto il nome di *solforarie* o *tiobatteri*, genere che è stato accettato da Rabenhorst, Winter, Zopf, De Toni, Saccardo e da tanti altri autorevolissimi, che lo hanno arricchito di numerose specie. La ricerca dei microorganismi che dopo le classificazioni di Ray-Lankester, Cienkowski e Cohn vi sono stati ascritti da Trevisan, Luerssen, Wunsche, Rabenhorst-Winter, Flügge, Hüppe, Costantin, e dai più recenti batteriologi, i quali non abbian tenuto conto che il gen. *Beggiatoa* è anteriore al gen. *Leptothrix* (1843), *Hypheothrix* (1843), *Crenothrix* (1870), *Cladothrix* (1878), *Thiothrix* (1888), e *Nocardia* (1889), mi porterebbe implicitamente a fare la storia di tutte le fasi per le quali sono passati gli studi batteriologici.

Basterà invece definire le linee generali del gen. *Beggiatoa*, lo che del resto faciliterà il compito a chi voglia accingersi ad una ricerca retrospettiva.

I tricomi delle Beggiatoa, ora si trovano dritti, ora variamente incurvati, di regola privi affatto di ramificazioni. Dal diametro dei più sottili batteri possono raggiungere lo spessore di 16 a 30 μ. come ce ne dà esempio Cohn con la *Beggiatoa mirabilis* [2]. I filamenti cilindrici, per lo più continui, possono essere articolati e presentare i singoli articoli variabili per lunghezza, ma isodiametrici, per ciò che riguarda il diametro trasverso.

I filamenti hanno in generale le estremità ricurve, come si verifica nelle oscillarie, alle quali assomigliano per i movimenti

---

(1) Trevisan V. — *Prospetto della Flora Euganea*, Padova 1842, pag. 76.

(2) Saccardo. — *Sylloge* cit., pag. 936.

anguiformi di progressione, o per il moto elicoide. Vi si riscontrano filamenti immobili. Quando le specie sono in via d'accrescimento ed in condizioni molto favorevoli di sviluppo, mancano per lo più di granuli oleiformi rifrangenti. Raggiunto lo sviluppo completo, e specialmente in condizioni sfavorevoli d'esistenza, possono arricchirsi di quelle granulazioni che secondo le più recenti ricerche sarebbero di *zolfo*. Si moltiplicano per scissione, e mancano di spore. Crescono nelle acque minerali; hanno predilezione per le sorgenti termali solforose; si sviluppano a temperature elevate, o dove abbondino sostanze putrescibili. In generale producono dei fiocchi bianchi e quella sostanza che ha avuto il nome di *gleirina* o *baregina*.

In SACCARDO questo genere è così definito: " Filamenta cylindrica, evaginata, articulata, simplicia, utrinque apicibus conformia, ubique aequilata, libera, vivide oscillantia, granula sulphuris ut plurimum gignentia. Multiplicatio filamentorum divisione ad unam directionem; baculogonidiis et coccis nullis ". Vi sono descritte *dieci specie* con tre incerte, o da escludersi.

Rivolgendo l'attenzione alla forma più diffusa (*Beggiatoa alba?*), visto che le materie coloranti in uso per i batteri ne alteravano la struttura minuta, ne studiai il contenuto protoplasmatico, senza artifici di tecnica, sui filamenti viventi. Così i tricomi si mostrano con un contenuto finamente granulare, non senza una speciale disposizione dei granuli fra di loro, e dell'ialoplasma rispetto all'ectoplasma. Si riesce a distinguere come tante cellule in catena il cui endoplasma ha dei granuli rifrangenti, o bioblasti, di cui alcuni con funzioni apparentemente omologhe a quelle dei centrosomi delle cellule superiori. Sono dei bioblasti cioè, attorno ai quali si dispone l'ialoplasma prendendo la forma di articolo bacillare, il cui ectoplasma, appena distinguibile nei filamenti freschi, nettamente individualizza i singoli articoli, se si trattano i filamenti con qualche agente plasmolisico. Nella Tav. IX, fig. 1 ho rappresentati dei tricomi esaminati a fresco nell'acqua medesima ove crescevano spontaneamente, e nella stessa Tav. IX, fig. 3 si vedono in *a* quattro frammenti su cui hanno agito degli acidi minerali; in *b* un filamento sottoposto alla soluzione di nitrato potassico. Essendo quest'ultimo un agente plasmolisico di grande efficacia, deforma completamente il contenuto dei fili. Invece gli acidi minerali e quelli organici fanno retrarre il citoplasma, proprietà che hanno

molte altre sostanze. In tali casi il citoplasma stesso si mostra diviso in articoli di forma diversa, divisione che nei filamenti si determina anche spontaneamente, quando ricorrano condizioni sfavorevoli di vita, o quando è già trascorsa la fase evolutiva. Questi filamenti si colorano bene con tintura d'iodio e con i colori d'anilina. Impiegando una soluzione molto allungata d'azzurro di metile non è raro il notare che alcune cellule si colorano più intensamente di altre. La guaina sottile quasi invisibile, che tiene uniti gli articoli, anche quando fra gli uni e gli altri intercede uno spazio notevolissimo, ben si mette in evidenza con l'ematossilina di Böhmer. Senza artifizi di tecnica si riesce ad apprezzare, specie in quei tratti che restano privi di protoplasma per l'invecchiamento dei fili. Con l'acqua di Javelle non ho avvertito che questa guaina sia costituita da strati sovrapposti, come si verifica in alcune oscillarie verdi. Non ha dato le reazioni della cellulosa.

Lungo i tricomi rettilinei, ondulati, flessi irregolarmente, o spirali, si trovano spesso le granulazioni che i più ritengono caratteristiche delle *Beggiatoaceae*. Si tratta di corpi sferici minutissimi, tanto rifrangenti la luce da apparire nerastri, che ora si trovano sparsi, e rari; ora riuniti a piccoli gruppi. Talvolta sono più fitti in un punto che in altro prossimo; talvolta invece ricuoprono affatto delle piccole aree, o degli intieri tratti filamentosi.

Le granulazioni più voluminose presentano come un cerchio nero, od un doppio contorno, con uno spazio centrale chiaro. Qualunque sia il loro volume mai assumono aspetto cristallino. Con adatti ingrandimenti si distinguono bene i granuli che aderiscono alla parete esterna dei filamenti dai veri e propri bioblasti. Quest'ultimi son meno rifrangenti e mai possono sporgere oltre le linee dei filamenti, cosa che osservando attentamente si verifica per i primi, ossia per quelli che ormai si considerano come globuli solforosi.

Li riconobbe per tali Cramer fino dal 1870 (1), vedendo che si scioglievano nel solfuro di carbonio. Cohn avvalorò quest'opinione nel 1875 (2) con nuove ricerche. Quindi War-

(1) Cramer. — *Chem. phys. Beschereibung der Thermen von Baden in der Schweiz.* Von Dott. ch. Muller, 1870, secodno Winogradsky.

(2) Cohn F. — *Unt. üb. Bacterien,* II. Beitr. z. Biol. d. Pfl., t. I, Heft 3, 1875, pag. 141.

MING (1), PLAUSCHUD (2), ETARD ed OLIVIER (3), OLIVIER (4), HOPPE SEYLER (5) SERGIUS WINOGRADSKY (6), ZIMMERMANN (7), non solo accettarono senz'altro che quelle granulazioni fossero di zolfo, con i relativi stati di passaggio dallo stato fluido a quello solido, eppoi a quello cristallino; ma contribuirono altresì a dar ragione dei rapporti che dovevano esistere fra lo sviluppo delle Beggiatoe e la produzione dell'idrogeno solforato. Ne vennero fuori delle ipotesi contraddittorie, e si cercò di spiegare la *fermentazione solfidrica* con esperimenti ed osservazioni che non reggono a mio parere ad una sana critica.

Non potendo avere, come ho detto più volte, culture pure di Beggiatoe, ho fatto soltanto qualche saggio per accertare la natura dei granuli. E siccome per molti autori i granuli di zolfo si rinvengono nell'interno dei filamenti, anche questo bisognava porre in chiaro. Scelti dei conglomerati filamentosi freschi ove era manifesto il brulichio anguiforme, ed assicuratomi che i singoli fili erano riccamente provvisti di granuli caratteristici, ho tentate le reazioni dello zolfo sia sotto il campo del microscopio, sia in capsule di vetro. Ho dovuto preferire i trattamenti in dette capsule, o nei vetrini da orologio, per ragioni ovvie a comprendersi. In queste ricerche mi sono valso del solfuro di carbonio, degli alcali, dell'alcole, dei solventi più o meno attivi dello zolfo, ed in più vasta scala di altri reattivi che non hanno azione alcuna sullo zolfo cristallizzato. Trattandosi di reazioni microchimiche delicatissime le cause d'errore sono molte. Per metterci al riparo al più possibile erano dunque indicate anche le sostanze per lo zolfo indifferenti, come quelle

(1) WARMING EUG. — *Observat. sur quelques Bactéries qui se rencontrent sur le côtes du Danemark.* Copenague, 1875.

(2) PLAUSCHUD. — *Sur la réduction des sulfates par les sulfuraires.* Comptes rendus, 29 janvier 1877 e 26 décembre 1882.

(3) ETARD et OLIVIER. — *De la réduction des sulfates par les êtres vivants.* C. R. XCV, 1882, pag. 846.

(4) OLIVIER LOUIS. — *Expériences phisiologiques sur les organismes de la glairine et de la barègine. Rôle du soufre contenu dans leurs cellules.* C. R. CVI, 1888, pag. 1744 e 1806.

(5) HOPPE SEYLER. — *Ueber die Gaehrung der Cellulose,* etc. Zeitschr. f. phys. Chemie, X, 1886, pag. 401.

(6) WINOGRADSKY S. — *Ueber Schwefelbakterien.* Bot. Zeit. 5 agosto 1887, N. 31, pag. 489.

(7) ZIMMERMANN A. — *Die Botanische Mikrotechnik,* Tübingen, 1892, pag. 46-47.

che asportando o dissolvendo i granuli, avrebbero tolto alle reazioni finora accettate per sicure, il valore che loro si volle attribuire.

Con solfuro di carbonio i granuli effettivamente si sciorglievano. Con carbonato sodico alla temperatura ambiente si presentavano più spiccati. Con acido nitrico e cloridrico perdevano un po' del potere di rifrangere la luce. Dopo molti saggi di incerto valore, oltre quelli riferiti da Zimmermann, riconobbi che i migliori solventi di questi granuli erano senza dubbio l'*acido acetico e l'etere.* Trattandosi di corpi molto divisi poteva all'acido acetico attribuirsi un'azione solvente, o decomponente. Se ad esempio si fosse avuto a che fare con un sapone insolubile di calcio, formatosi l'acetato di calcio, era da supporsi che, dinanzi a quantità minime, si fossero perdute le traccie dell'acido grasso.

Nell'ipotesi che si trattasse di fosfati, oltre la prova con acido nitrico ho fatto quella col molibdato ammonico, ma senza esito positivo sicuro.

Desunto dalle ricerche microchimiche che le granulazioni delle Beggiatoe non sono indubbiamente di zolfo, volli indagare se almeno fossero tali i granuli qualche volta abbondanti ed assai rifrangenti che si trovano nell'interno dei fili. Per verità trovare con i bioblasti dei granuli o dei cristallini di zolfo sarebbe stato un fatto ben singolare. Ancor più strano doveva apparire dopo la constatazione premessa, dopo aver visto cioè che molto più rapidamente si sciolgono in acido acetico ed in etere, che in solfuro di carbonio ed in altri solventi dello zolfo. Ma nonostante eseguissi le indagini con la pertinacia di chi ricerca un corpo di cui ne presuppone l'esistenza, *ho dovuto escludere dall'interno dei tricomi le granulazioni puramente solforose.* Che natura e quale ufficio abbiano i granuli delle Beggiatoe non sono riuscito a definire con precisione. Sembrami peraltro non giusto conservare per questi microrganismi la denominazione generica di *Thiothrix* data loro da Winogradśky, e che il gen. *Beggiatoa* non vada più inteso indissolubilmente connesso con la fermentazione solfidrica, nella quale principalmente prendono parte gli schizomiceti.

Molte delle specie preferiscono è vero le acque termali solforose; ma ne abbiamo viste in acque di varia composizione chimica e con le forme le più svariate.

I granuli poi non di rado si riscontrano alla superficie di

microrganismi affatto diversi dalle Beggiatoe, (*Monas Okenii, Ophidomonas,* etc. ed hanno reazioni che più si accostano a quelle degli olii solforati, sul genere del solfuro d'allille o del solfo ciannro allilico.

Nella sorgente solforosa di Tabiano ho raccolto la Beggiatoa più sottile. Viveva colà isolata e quasi del tutto sprovvista di granuli. In mezzo ai cristalli di zolfo stavano i lunghi filamenti, del diametro di appena 1 μ, intrecciati, semplici, senza articoli batteriformi distinguibili. Si tratta di filamenti lunghi, gracili, indivisi, con i caratteri cioè delle forme che presso la grande maggioranza dei batteriologi si debbono al gen. *Leptothrix,* al quale ho già detto che mancano buone basi per sussistere.

Adoperando degli agenti plasmolisici per vedere se anche questi fili son costituiti da catene di cellule, o se si scindono in bastoncini rettilinei più o meno lunghi, ciò ho verificato accadere con molta irregolarità. E dove era apprezzabile una frammentazione ho scorto che l'estremità degli articoli sono tagliate in linea retta normalmente all'asse, od accennano a quella concavità che ordinariamente si determina in casi simili ai capi di contatto degli articoli delle oscillarie.

Questa *Beggiatoa minima,* alla quale Kruse assegna le dimensioni da 0,8 a 1,0 μ, tanto abitualmente cresce con le altre forme, che vi sarebbe stato molto a dubitare della sua esistenza come specie a sè, qualora da sola non l'avessi riscontrata più volte. Dalla *Lepthothrix Valderia* non differisce che per caratteri di puro valore specifico, come il colore e la temp. di sviluppo.

Abbonda nelle putrefazioni ed è resistentissima, per quanto non mostri che stadi filamentosi, il cui contenuto, con l'invecchiamento, va soggetto a modificazioni che non permettono di essere ascritte a vere e proprie forme durevoli o sporali.

Dotata di movimento vivace, può riscontrarsi del tutto immobile; come può avere in gran copia i granuli scuri, o mancarne affatto. Converrebbe appellarla *tenuissima,* per non generare equivoci con la *Begg. minima* Warm, che raggiunge i 2 μ di spessore, ed è stata riscontrata nell'acqua di mare. Alla specie da me raccolta a Tabiano corrisponde la *Thiothrix tenuissima* Winogradsky, delle acque sulfuree di Adelbonden.

La *Beggiatoa media* (1,0-2,5 μ) prossima, se non identica, alla *Oscillaria leptomitiformis* Meneghini, (1,0-25 μ), stando agli esem-

plari avuti in istudio, resiste pochissimo alla putrefazione. È la specie cui si riferisce la varietà *Kühniana*, che fece sorgere il gen. *Crenothrix*, anch'esso da abolirsi. La stessa var. *Kühniana* è propria talora della *Beggiatoa alba* Trevisan (articulis latis sec. Kruse 2,5-4μ; sec. Saccardo 3-4μ).

Non è qui il luogo di metterci a far la revisione delle specie appartenenti a questo genere, nè di vedere quanti e quali microrganismi dovrebbero oggi riunirsi sotto le singole denominazioni specifiche preferibili. Dirò solo che il criterio desunto dallo spessore dei filamenti è non poco fallace, trattandosi di microfiti che sono mutabili a seconda delle condizioni del mezzo in cui vegetano.

Osservando in un dato substrato dei filamenti isomorfi come quelli della Tav. IX, fig. 4, potrà ad esempio essere consentita la diagnosi di *Beggiatoa maior* (4,5-5μ); ma quando si abbia nello stesso campo un insieme di forme, come nella Tav. IX, fig. 6, con tutti i possibili termini di passaggio dai fili più esili a quelli più spessi, ogni distinzione riesce spesso arbitraria. In casi simili si osserva che alcune forme scompaiono rapidamente, mentre altre, mobili, come le medie e grandi che ebbi in copia da Chianciano, si conservano lungamente vitali. Le più resistenti e mobili, non si rivestono ordinariamente di guaina ferrica.

L'affinità delle Beggiatoe con le Oscillarie verdi è tanto spiccata da aver per sola caratteristica differenziale la clorofilla e la ficocianina.

Se capitasse di osservare incolore affatto la *Glaucothrix gracillima* e la *Oscillaria leptothricha*, descritte e figurate da Zopf [1], non sapremmo riconoscerle dalle *Beggiatoaceae*. Nelle Oscillarie però, quando si sono assottigliate molto e ridotte pallidissime, i movimenti cessano, e resta di regola una marcata chemotassi per i batteri, come si vede nella Tav. IX, fig. 7, indice della respirazione clorofilliana. Dalle *Beggiatoaceae* alle *Batteriaceae* sembra ad alcuni così breve il passaggio da potersi benissimo le prime comprendersi nelle seconde. Ma tale opinione, seguita dai più, non posso condividere. L'insieme dei caratteri morfologici e biologici delle Beggiatoe induce a dover porre questi protofiti nell'ultimo gradino delle Oscillarie filamentose, anzichè fra i

---

Zopf. — *Zur Morphologie der Spaltpflanzen* cit. pag. 44-54, Tav. VI, fig. 1-16, 17-18.

bacilli pleomorfi, o tricobatteri. Esprimo per le Beggiatoe rispetto alle alghe lo stesso parere che sostenni per gli *Actinomyces* rispetto agli ifomiceti. Si potrebbe obiettare che le *Bacteriaceae* molto più che agli ifomiceti si ravvicinano alle alghe, come ad esempio gli spirilli alle spiruline, di guisa che, tolta la clorofilla, non resta alcun carattere per distinzioni elevate. Ebbene, questo tutt'al più avrà valore per mantenere le *Beggiatoaceae* a sè, fra le alghe e i batteri.

Chi però approfondisca lo studio del gen. *Beggiatoa*, non tarderà a convincersi che qui manca la formazione endogena delle spore, e che i filamenti, minutamente indagati, non sono altro che dei tricomi senza clorofilla.

Se dunque questi protofiti non hanno clorofilla, come va che si presentano tanto attivi fissatori del ferro sotto forma d'ossido a vari gradi d'idratazione?

Il fenomeno ha ricevuto fin qui due diverse interpretazioni. Una prevalentemente chimica, o chimico meccanica, l'altra biochimica.

Secondo la prima si è ammesso che le acque, più o meno ricche d'acido carbonico, vadano perdendo questo gas dopo esser venute a giorno, per divenire così incapaci di tenere in soluzione il ferro. " Nè potrebbe essere altrimenti, — scrivono il prof. Antony e il dott. Lucchesi a proposito dei fatti osservati ai Bagni di Lucca; e noi, proseguono, — considerando che dette acque giunte alla superficie del suolo non tengono in soluzione che piccolissima quantità di anidride carbonica, sì libera che combinata a fare carbonati acidi, e la piccola quantità di essi, aggiungeremo che esse acque debbono essere alla loro origine debolmente acidule e probabilmente anche non ferruginose di loro natura, e il ferro che per un tratto del loro corso tengono in soluzione ci pare che lo acquisteranno dai materiali che sono costrette ad attraversare per risalire alla superficie del suolo.

" Acque leggermente sì, ma pur cariche di anidride carbonica, di temperatura elevata che investono roccie granitiche da cui principalmente risulta quella regione, roccie granitiche probabilmente con pirite di ferro, agiranno lentamente su queste, disgregandole e sciogliendo poi in piccola quantità i prodotti di tali disgregazioni e cioè carbonato ferroso, carbonati alca-

lini e alcalino-terrosi, solfati, e in piccola proporzione anche silicati alcalini, venendosi così ad esaurire, o quasi, di anidride carbonica.

“ Poi man mano che esse acque si avvicinano alla superficie del suolo, per la diminuita pressione, abbandoneranno in gran parte l'anidride carbonica combinata a fare carbonati acidi e, conseguentemente, depositeranno i carbonati alcalino-terrosi e il carbonato ferroso stesso che ben presto si scomporrà in idrato-ossido ferroso-ferrico a vario grado d'idratazione e anidride carbonica che in parte si svolgerà, in parte andrà a costituire carbonati acidi alcalini, rimanendone inoltre disciolta piccola porzione nell'acqua.

“ I carbonati alcalino-terrosi pesanti, e, perchè formatisi in seno a un liquido moderatamente caldo, cristallini, si raccoglieranno ben presto al fondo della via percorsa; gli idrati-ossidi di ferro invece fioccosi, leggieri verran portati oltre dalla foga delle acque e si depositeranno, in una coi detriti più leggieri delle roccie lentamente, ma continuamente corrose, là dove per subìta espansione della vena liquida se ne trova notevolmente diminuita la velocità, e quivi lentamente accumulandosi andranno poi a costituire i più volte ricordati fanghi insieme a poca argilla e silice quarzosa soli e costanti componenti di essi depositi.

“ E con questo ci pare anche venga a spiegarsi il fatto della constatata limpidezza di queste acque, limpidezza che a prima vista non sta in armonia col deposito di questi strati fangosi „.

In appoggio della teoria chimico-meccanica potrebbe invocarsi la considerazione che il ferro, dissociato nelle acque, si deposita sui primi corpi che incontra, sia sotto forma organoide, sia in forma di precipitazioni granulari minutissime, capaci di rivestire tanto gli organismi viventi, che quelli morti.

In mezzo ai cespugli crenotricei si trovano anche dei protozoi con granuli ferruginosi, si trovano delle diatomee ed intrecci micelici di ifomiceti.

I batteri, gli spirilli possono rivestirsi d'ossido ferrico, come il tallo di alcune oscillarie si cuopre di concrezioni calcaree: dunque più che una speciale proprietà della *Beggiatoa media* ed *alba* var. *Kühniana*, si può fare entrare in campo il fenomeno tanto bene spiegato da Antony e Lucchesi.

Il prof. Arcangeli [1] non potendo apprezzare la *Beggiatoa Kühniana* in seguito al trattamento fatto con acido cloridrico, visto che nel preparato con la sostanza ocracea dei Bagni di Casciana erano rimasti dei soli filamenti di un'oscillaria, ritenne che " l'idrato ferrico, che costituiva principalmente quel materiale, rivestisse forma filamentosa, appunto perchè modellatosi al di sopra dei filamenti delle alghe che vegetano in quelle acque, e ciò in connessione con la funzione di assimilazione del carbonio che in queste si compie sotto l'azione della luce ".

Queste vedute non mi sembrano accettabili prima di tutto perchè nella materia pseudorganica di Casciana le alghe verdi sono molto rare in confronto delle altre forme che ho descritte; in secondo luogo perchè le oscillarie, non solo del cratere di detti Bagni; ma di tutte le altre località ove le ho viste con la *Beggiatoa Kühniana*, non hanno mai presentato guaina organoide, o speciale chemotassi per i granuli ferruginosi.

A parte la questione risoluta da quando precede, che le *Beggiatoaceae* non han bisogno per vivere di una quantità ponderabile di ferro, come non lo hanno dello zolfo, per quanto non sia improbabile che dell'uno e dell'altro abbisognino, ma in proporzioni minime, ci troviamo dinanzi a dei fatti bene accertati, la cui importanza non può sfuggire.

L'ossido-idrato ferrico delle *Beggiatoaceae* viene fissato sotto una forma speciale che non è quella delle precipitazioni fin qui note. Si tratta d'una deposizione ferrica uniforme, senza visibili particolarità strutturali, tanto che pare un tubicino ocraceo di cristallo. Questa speciale formazione si verifica anche al di sotto di oltre un metro dallo specchio d'acqua, che rimanga costantemente occupato da gran copia d'acido carbonico.

Nelle prime fasi dello sviluppo della *Begg. Kühniana* in una data località *è solo questa specie che mette in evidenza il ferro.*

L'ho verificato in sorgenti con residuo fisso estremamente basso, che mai per lo innanzi avevano presentato depositi ferruginosi lungo il loro percorso, e che dopo la scomparsa della var. *Kühniana* è sembrato che perdessero ogni traccia di sali di ferro.

Sopraggiungendo la stagione fredda, e cessando in corsi d'a-

---

[1] Arcangeli. — Processi verbali cit. 1 luglio 1883, pag. 276-277.

cqua superficiali ogni vegetazione di Beggiatoa, si perde vestigio dei depositi, e quelli ocracei non ricompariscono se non dopo il ritorno delle vegetazioni cui sono legati, vegetazioni che mettono in evidenza il ferro sia sotto la diretta insolazione, sia nell'oscurità più perfetta.

La fissazione del ferro per parte delle *Beggiatoaceae* avviene non solo nei punti d'affioramento delle sorgenti; ma anche in tratti qualsiasi d'un corso d'acqua, purchè questi protofiti abbiano modo d'attecchire e di svilupparsi (Rotterdam, Passo del Casone d'Asciano, ecc.).

A questo punto parmi che il concetto di una causa biochimica debba prevalere e che l'ufficio della *Beggiatoa Kühniana* non possa ridursi ad un semplice fatto di ossidazione.

Quando ciò fosse, giova ripeterlo, le oscillarie verdi dovrebbero cooperare alle formazioni ferruginose più appariscenti. Per vedere più addentro nel meccanismo di tali formazioni bisognerebbe avere per base la conoscenza dei fenomeni chimici che si svolgono durante la nutrizione di questi microrganismi, e conoscer meglio le proprietà fisico-chimiche della membrana sottilissima dei loro filamenti. Siamo dinanzi ad un fenomeno che più l'ho studiato, più ho dovuto convincermi della sua grande complessità, tanto che nelle condizioni attuali della fisiologia delle *Beggiatoaceae* neppur ne tento una spiegazione. Sostituisco solo un'ipotesi ad altre precedenti, preferendo quella che a parer mio sodisfa meglio, senza tacere che in sè racchiude un gran vuoto, che le ulteriori indagini su questo argomento è da augurarci possano un giorno colmare.

In quel giorno sarà meglio distinguibile la parte fisico-chimica del fenomeno da quella biotica. Ora possiamo solo osservare che altro è l'ufficio della *Begg. Kühniana,* la quale riesce a separare dalle acque le *traccie minime* di ferro in esse contenute, riunendolo sotto forma di tubulini organoidi, capaci di lasciare all'acqua la sua perfetta limpidezza; altro è il meccanismo della fissazione del ferro ove questo esiste in gran copia, sia per il precedente lavorio della Beggiatoa, sia per altre circostanze. In quest'ultimi casi, microrganismi varî possono spiegare azione simile a quella delle Beggiatoe, e con queste alghe, o da soli, produrre i fenomeni che più ci interessano.

Appena constatata in Asciano la Beggiatoa iniziai qualche

esperimento con l'acqua posta fuori di servizio, per vedere della sua azione sui tubi di ghisa non incatramati, in confronto di quelli internamente rivestiti con buona vernice Smith.

D'una prima prova con tubo di ghisa greggia, senza preservativo, mostrai i risultati all'on. Giunta comunale il 29 marzo 1897.

Fin da quest'epoca mi nacque il sospetto che l'acqua della polla n. 6 del Pino, poichè avea quasi del tutto ostruito il canale di piombo al suo punto di partenza dalla vaschetta interna, fosse temibile per i tubi di ghisa. La presenza di una specie tanto attiva produttrice d'ossido-idrato ferrico non era difficile potesse riuscire *col tempo* a danneggiare in qualche modo la tubulatura, riducendola di diametro, od anche otturandola, per l'accumulo del materiale ocraceo nei tratti morti favorevoli al suo depositarsi.

Infatti, nel tubo mostrato all'on. Giunta, della lunghezza di 75 centimetri e del diametro interno di 45 mm., in meno di un mese si era prodotto un deposito ferruginoso dello spessore, ancor fresco, di 15 a 20 millimetri. In qualche punto notavansi delle sporgenze turbecoliformi, che resistevano alla corrente. Nei tubi con vernice a caldo invece, bastarono degli scarichi ripetuti per asportare tutti i fiocchi ocracei che vi si erano accumulati. Dopo questa esperienza, alla quale attribuii poco valore per la sua breve durata, tornai a sottoporre alla stessa polla del Pino due pezzi di tubo; l'uno incatramato, del diametro di 150 millimetri, l'altro di 45 millimetri, il medesimo cioè adoperato per la prima prova, dopo essere stato ridotto a nuovo. Dopo 7 mesi e mezzo il tubo col protettivo era *inalterato*. Aveva solo un po' di deposito lungo il percorso dell'acqua, deposito che, non aderendo affatto alla superficie interna, si remuoveva con la massima facilità, proprio come succede dei fiocchetti aderenti alle tubulature di piombo.

Il tubo di ghisa greggia presentava l'aspetto che ho ritratto nella Tav. IX, fig. 2. Si vedeva al fondo un strato ferruginoso dello spessore di circa 25 millimetri, e lungo le pareti lambite dall'acqua in cui il tubo stava immerso per opera d'una doccia di zinco, apparivano manifestissimi dei mammelloni con diametro alla base da 20 a 30 millimetri. Ve ne erano frammisti dei piccolissimi, e di quelli fusi assieme e perciò più volumi-

nosi. Tali mammelloni per lo più si elevavano di 7 a 15 millimetri, ed avevano l'aspetto dei tubercoli ferruginosi tipici. Variamente distanti fra di loro, si sono conservati della forma a tubercolo anche dopo che fu tolto il tubo dall'acqua, lasciando che asciugasse all'ambiente. Nell'essiccare, in qualche mammellone si sono prodotte delle screpolature che ricordano i tubercoli descritti da THOERNER. Svelti di questi tubercoli dalla superficie della ghisa, ne ho visti con concamerazioni del tutto vuote, ed alcuni come formati da strati concentrici di colore diverso.

In queste ed in altre esperienze consimili, che ho ripetute, sempre mi è occorso di vedere che le sporgenze ferruginose prodottesi sotto l'influenza della *Beggiatoa Kühniana* si remuovevano agevolmente. Per molti caratteri richiamavano alla mente le produzioni interne dei tubi di Campagnatico. Nei tubi non protetti, esposti all'acqua priva di Beggiatoa, l'idrossido si forma con molta maggiore lentezza; scarso, e con caratteri affatto diversi dalle formazioni predette. Di quel che avverrà *con gli anni* nel tubo di prova lasciato nella galleria del Pino in Asciano, potremo dire in seguito: qui però sarà bene accennare alle differenze che passano fra alcune escrescenze ferruginose che ho riscontrato nei tubi di ghisa.

Primi verrebbero i classici tubercoli che, secondo BECHMANN (1), nei punti ove sorgono, fanno assumere al metallo l'aspetto e la consistenza della piombaggine. Sono capaci di cuoprire rapidamente la superficie interna dei tubi al punto di ostruirli. La loro produzione è favorita dalle acque che sono povere di sali terrosi e dalle distribuzioni intermittenti. Non ne ho potuti studiare esempi vermente classici.

Ho verificato altresì in condutture di vario diametro (120-140 mm.) dei tubercoli isolati, numerosi, adesi alla ghisa, duri, per lo più vuoti internamente, i quali, formatisi nello spazio di quasi venti anni, non han fatto che ridurne il diametro di circa 3 mm. in media. Vi sono depositi ferruginosi poco aderenti, bene eliminabili con le sonde raschiatrici, e che non alterano affatto la resistenza delle tubulature. Altri processi invece che provocano la rottura dei tubi, riducendoli incapaci di tollerare pressioni più moderate. In certi casi, come a Campagnatico,

(1) BECHMANN. — *Distribution d'eau.* Paris 1888, pag. 369.

la ghisa si è imbrunita, ha preso un po' il colore della piombaggine; ma ha conservato la sua resistenza, e la materia ferruginosa ha assunto l'aspetto singolare che ho figurato e descritto. In alcune di queste escrescenze non si riesce che a trovare degli ordinari batteri delle acque, come abbondantemente li rinvenni nelle produzioni ferruginose della tubulatura della nostra città. Quelle di vecchia data si mostrano straordinariamente più povere di residui organici ed organizzati; in confronto delle altre di formazione recente, che possono abbondarne.

Dopochè gli pseudotubercoli da *Beggiatoaceae* si sono prodotti, giungono anch'essi a far perdere quasi ogni traccia della loro genesi. Esaminandoli dopo vario tempo, ed a forti ingrandimenti, non resta che una massa ferrica granulare, fra mezzo alla quale è molto difficile scorgere dei fili ben conservati, od i resti di altri microrganismi.

È tanto vero che nei depositi ferruginosi da *Beggiatoa Kühniana* si può perder traccia dell'agente formatore, che esaminandoli a varia distanza in superficie, o profondità, dal luogo d'origine, sono giunto a rinvenirli d'aspetto e struttura puramente inorganica. In mezzo ai granuli finissimi, neppur son rimaste le forme elicoidi o spirali. In natura, quando si incontrano alla superficie delle roccie o dei detriti trasportati dalle acque, dei rivestimenti d'ossido-idrato ferrico, non basta l'esame chimico e microscopico per dire se le *Beggiatoaceae* l'abbiano prodotti. Le mie ricerche mi fan propendere a conferire non poca importanza a questi protofiti nella produzione dei depositi accennati, specie per le località ove scarseggiano i minerali di ferro.

A seconda dei sali che più abbondano in una data acqua la composizione chimica delle formazioni ferruginose si muta: e tale cambiamento più specialmente avviene rispetto al quantitativo di silice, che si deposita con l'ossido ferrico.

Sulla rapidità maggiore di produzione dell'ossido-idrato ferrico influisce senza dubbio l'insufflamento dell'aria nelle tubulature; ma l'ossigeno libero e semicombinato facilita lo sviluppo anche dei microrganismi che elaborano il ferro, per cui in certi casi bisogna con molta circospezione indagare il fenomeno.

In generale è a ritenersi, in base alle esperienze ed osservazioni che ho potuto fare fin qui, che le produzioni ferrugi-

nose delle condutture di ghisa, *che vanno studiate nelle prime fasi della loro formazione*, variano col mutare delle molteplici condizioni in cui si determinano, tanto da incontrare difficilmente in un luogo i particolari propri di un altro.

Molto arduo sarebbe per me classificare queste diverse produzioni d'ossido-idrato ferrico e cominciar col separare quelle di origine esclusivamente chimica da quelle di origine bio-chimica. Non saprei neppur distinguere quelle dovute esclusivamente alla *Beggiatoa Kühniana*, perchè spesso questa oscillaria segna il punto di richiamo di altri microrganismi; come nulla vieta che possa succedere a vegetazioni preesistenti. Senza riferire i numerosi particolari degli esperimenti che ciò comprovano; e senza dilungarmi nel cercar di valutare ciò che in alcune circostanze più spetta alla Beggiatoa, in altre ai batteri, mi limiterò ad affermare che verificandosi delle formazioni ferruginose di qualsiasi apparenza, capaci di mettere fuori di servizio *in breve lasso di tempo* una tubulatura, ispezionate tutte le parti del servizio; valutate tutte le condizioni in cui il fenomeno si produce; bisogna far l'esame delle *Beggiatoceae* e dei loro commensali. Impiantatesi in una conduttura di ghisa possono dar luogo a fenomeni svariatissimi, molto complessi, anche dipendentemente dalla diversità delle specie concomitanti.

Ove si sviluppano questi protofiti spesso si libera dell'acido carbonico, che è condizione favorevole per far prendere dalla ghisa stessa, *non protetta*, il materiale necessario per succesvi depositi, per le ostruzioni. Si comprende quindi come esseri, che da una lenta e quasi inavvertibile vitalità, possono passare nell'acqua corrente ad uno sviluppo rigoglioso e rapidissimo; che hanno tanto facile l'adattamento ai mezzi più diversi; che insomma hanno le proprietà già messe in rilievo; in qualche caso si siano manifestati come veri disastri delle tubulature di ghisa; in altre circostanze siano apparsi come agenti della fermentazione solfidrica: ora come alghe indifferenti di acque termali; ed ora come bacilli filamentosi, che si prestavano a ricevere appellativi generici e specifici varî.

Fatta un po' più di luce su questi esseri che sono diffusissimi in natura; che si riscontranoin terreni geologicamente differenti, e che possono vivere a notevoli profondità, veniamo ai mezzi più adatti per non averli a temere.

§ X.

La sorveglianza igienica delle acque potabili e le condizioni necessarie per esercitarla utilmente.

Dinanzi ai danni che la *Beggiatoa Kühniana* può apportare ad un servizio d'acqua, e più specialmente alle tubulature di ghisa non verniciate, si presentano subito come rimedi efficaci la filtrazione a sabbia, lo sferramento dell'acqua, la precipitazione, ed oltre ai molteplici mezzi di protezione interna dei tubi di ghisa, l'impiego di tubi d'altro materiale. Mi fermerei sul valore dei singoli espedienti usati per arrestare, o combattere il male, se non fosse preferibile stare sulla via che mena dritti alla profilassi di questa, come di altre calamità.

Sappiamo infatti che a Rotterdam, per trascuratezze nell'impianto e nell'esercizio, non servì contro la così detta peste delle tubulature la stessa filtrazione a sabbia che aveva dato altrove ottimi risultati, e che serviva bene per le medesime acque della Mosa prese a Defthaven. Per arrestare lo sviluppo di un'alga, che ha il potere di determinare accumuli di ossido-idrato ferrico anche là ove il ferro trovasi in traccie minime, non è a prevedersi sempre giovevole il solo sferramento dell'acqua.

Per il fatto avvenuto a Corneto Tarquinia si crede da alcuni che non basti proteggere internamente i tubi di ghisa. Questi tubi però, nonostante la concorrenza che hanno da sostenere con quelli di cemento, d'argilla, ecc., rimangono, per impianti di una certa importanza, d'applicazione tanto generalizzata, e con ragione si mettono in opera dopo la verniciatura fatta col metodo del dott. Angus Smith. Tecnici autorevolissimi, fra' quali l'ing. dott. Giovanni Cuppari, sono ormai concordi nel riconoscere, dopo le osservazioni che loro è occorso di fare, che i tubi ben incatramati sono oltremodo resistenti alle produzioni ferrugginose [1]. Dico *bene incatramati*, perchè non basta avere degli ottimi tubi Petit fusi in conchiglia, e privi di difetti nella fusione; ma necessita che la vernice Smith sia data

---

[1] *Relazione della commissione speciale per gli studi riguardanti il servizio dell'acqua potabile*, Pisa, 16 marzo 1892, pag. 29-32. — relat. Cuppari.

a caldo, previa un'accurata pulitura, e con tutte le norme per ottenere che fra la vernice e la ghisa non resti nè aria, nè umidità. Se in breve tempo si videro delle produzioni ferrugginose attecchire anche nei tubi incatramati, non tardò a trovarsi la causa, o nell'irregolarità della superficie della ghisa, come screpolature, soffiature, sbavature e quant'altro deriva da fusioni imperfette, od in altri difetti dovuti all'incompleta verniciatura, difetti che purtroppo non sono in pratica rari a verificarsi.

Ma a parte che la *Beggiatoa Kühniana*, approfittando delle varie imperfezioni delle tubulature di ghisa, o della mancata resistenza della protezione, può attaccare le tubulature stesse e molto danneggiarle, non è a trascurarsi la circostanza degli accumuli d'ossido-idrato ferrico in punti morti delle condutture, ed ai giunti, accumuli capaci di determinare delle ostruzioni vere e proprie, come ho verificato nei tubi di piombo e di terracotta. Nè ciò deve sorprendere dal momento che le *Beggiatoaceae* possono perfino impiantarsi ai giunti delle tubulature di vetro, e, vegetando ad esempio in acqua corrente solforosa [1], arrestare, per azione forse più *chimico-meccanica* che biotica, lo zolfo, determinare delle incrostazioni, mettere in libertà dei fiocchetti capaci di togliere all' acqua ogni carattere di purezza, creare insomma quelle difficoltà nel libero uso di una sorgente, che sempre reclamano provvedimenti radicali.

La difesa dunque da microrganismi che, introdottisi in un servigio d'acqua riescono a danneggiarne per vie diverse il funzionamento, non deve in fin dei conti essere ricercata sennonchè nelle norme sulle quali ha da basarsi la sorveglianza in genere delle acque potabili. È questa sorveglianza che vado a considerare con obiettività di criteri, senza pretesa alcuna di vagliare ad uno ad uno i principî scientifici, ormai accettati, che informano il giudizio da darsi sulla potabilità delle acque.

Intendo di buttar giù degli appunti che possono servire a coloro sui quali grava la responsabilità di far vigilare, o vigilare il servizio dell'acqua potabile d'un centro abitato.

Ad essi giova tutto ciò che per via diretta od indiretta conferisca a renderne il compito spedito e sicuro; per essi non

---

[1] Ravaglia prof. G. — *Sul modo di condurre le acque minerali che contengono gas solfidrico libero.* Atti del V. congresso nazionale di Idrologia e Climatologia. — Parma, 1898, pag. 56.

sono sempre superflue le osservazioni pratiche anche modeste; ed è utile infine tutto ciò che abbia per scopo di trovare per questa sorveglianza delle acque distribuite ad uso potabile quelle soluzioni che siano preferibili e dal punto di vista igienico e da quello finanziario.

O la sorveglianza igienica in parola è necessaria per garanzia delle collettività umane, o non lo è. Se necessaria, o se riconosciuta soltanto utile, saranno giustificati i sacrifizi per ottenerla.

Se invece la si esercita in guisa da riuscire infruttuosa, da non soddisfare al fine per cui vien richiesta, o per opera di un personale che batta una via già dalla scienza riconosciuta per falsa, vi sarà spreco di energia e di danaro; vi sarà un pericolo sociale di più da segnalare nel nostro orizzonte.

Dinanzi a questo problema richiamo tutta l'attenzione anche di chi amministra la cosa pubblica.

Se per possedere qualche canone pratico sul modo di vigilare con profitto un determinato servizio d'acqua potabile ci si procurano delle notizie dai più importanti comuni del regno, in generale non si raccolgono che delusioni. Sembra che la scienza dell'igiene vada avanti per conto proprio, dimentica d'aver lasciato per istrada alcuni funzionari, i quali, mentre in nome suo corsero con entusiasmo ad occupare posti importanti, si trovarono fuorviati o trattenuti dalle spire della burocrazia.

Sarebbe penoso documentare sì dura verità. Dirò solo che la sorveglianza igienica delle acque potabili in rari e più favorevoli casi si esercita dopo avere stabilito, mediante opportune ricerche fisico-chimico-batteriologiche, le condizioni dell'acqua per così dire *normali*. Non meno eccezionale è il fatto che si cerchi di vedere se l'acqua devia da tali condizioni, mediante analisi giornaliere. Se queste si fanno, si vedono circoscritte ad un punto di arrivo, al rubinetto di laboratorio, e quasi mai estese contemporaneamente alle varie parti della conduttura, alle sorgenti.

Per lo più si usa fare analisi *secondo i casi ed i bisogni, saltuariamente, quando vi è sospetto di inquinamenti avvenuti, quando si può,* e così via di seguito.

Vi sono dei comuni ove si fanno analisi batteriologiche ogni 5 o 6 giorni regolarmente; in altri si eseguiscono ogni 10, ogni

15 giorni. Si limitano alcuni ad analisi mensili, od a farle a più lunghi e non regolari intervalli di tempo. In certi comuni, a seconda delle attitudini del personale addetto a questo ufficio, si dà la preferenza alle ricerche chimiche piuttosto che a quelle batteriologiche, o si compiono esclusivamente le une piuttosto che le altre.

Qua mi è stato riferito ufficialmente che di analisi chimico-batteriologiche non si posseggono che quelle procurate una volta tanto prima dell'esecuzione dell'acquedotto. Là mi son sentito annunciare che in fatto di analisi non se ne sente il bisogno, perchè inutili, dinanzi alla provata bontà dell'acqua. Moltissimi Ufficiali sanitari poi sono in condizioni di dover lamentare, e lamentano, *l'assoluta mancanza di mezzi per qualsiasi indagine.*

Andando a vedere come e dove le sorgenti vengono studiate; se la portata si misura in rapporto alle pioggie, alle stagioni ecc.; se vien tenuto debito conto della temperatura; se vengono sottoposte ai relativi saggi chimico-batteriologici, ben presto ci si convince che, *nella grandissima maggioranza dei casi, le ricerche alle origini delle acque non si curano affatto.*

Se vi sono idrometri nei punti di derivazione per lo più vi furono applicati per controllare se nei periodi di magra viene erogato il quantitativo d'acqua pattuito con una data impresa, o indispensabile pel funzionamento di alcuni congegni del servizio. Possono pure trovarsi degli apparecchi di misura delle portate, degli indicatori per il calcolo approssimativo della quantità d'acqua convogliata, o nel punto di riunione delle varie polle, o lungo le condutture, o nel punto d'arrivo, senza che le osservazioni vi si facciano regolarmente. Qualche acquedotto recente ha uno stramazzo nella camera di raccolta delle acque sorgive, ed un idrometro lungo la conduttura. In alcune città si misurano semplicemente le oscillazioni di livello negli acquedotti, e ciò, salvo casi eccezionali, una volta al mese. Si usa inoltre misurare la massa dell'acqua prima del suo ingresso in città, misure che, al solito, si fanno specialmente in tempo di magra. In molti comuni esiste solo un servizio di custodia dei luoghi di derivazione *per evitare disperdimenti* e perchè le acque abbiano *libero decorso.* Spesso poi, anche volendo, non è possibile che qualche misura possa esser fatta per la speciale e difettosa costruzione dell'opera. Come si vede dunque, salvo poche eccezioni, nessuna

norma fissa, nessun criterio generale sembra presiedere in molte località sull'esecuzione della vigilanza di un servizio che è tanto importante. Nessuna cura dai più si pone perchè le cose abbiano da procedere a dovere.

Intanto gli amministratori imprevidenti, che nell'igiene vedono una nemica del pubblico erario, profittano della trascuratezza di un municipio per farla adottare come regola in un altro; oppure, se troppo zelanti, mentre richiedono al Perito igienista analisi continue, numerose, ed in condizioni da rendere il lavorio chimico-batteriologico pressochè inutile, giungono perfino ad esigere che l'igienista stesso, senza badare se ciò può e deve essergli richiesto, protegga con le sue ricerche una data popolazione da tutti i danni che per un inconveniente nel servizio dell'acqua potabile possono derivare. Si presume infine che bastino le analisi batteriologiche soltanto per segnalare in ogni caso un pericolo, per prevenire una epidemia.

In tale stato di cose preme ai pratici che venga senza equivoci definito in quali casi può essere avvertibile, o può in realtà scongiurarsi un inconveniente, prima che debbano lamentarsene delle conseguenze tristi. A coloro che si preoccupano di discutere quali e quante analisi abbisognano al detto scopo, sarà bene mettere dinanzi le condizioni che si richiedono perchè la sorveglianza sulle acque potabili riesca proficua.

Disgraziatamente ci troviamo dinanzi alla maggior parte delle opere d'acqua da bere che non si prestano ad una vigilanza utile. Acquedotti inquinabili dai luoghi di derivazione alle fonti di distribuzione, pur troppo sono la regola. In luoghi nei quali esiste una condotta forzata ho visto non ben curate le sorgenti, spesso molto numerose e distanti dal luogo di consumo. Vi sono città che hanno conduttura libera, in cattivo stato, e così scarsa d'acqua nei periodi di siccità da dover supplire ai bisogni mediante l'uso pubblico di pozzi Norton, o di pozzi superficiali, mal costruiti, mal situati e scoperti. Si trovano acquedotti alimentati da acque sorgive e di lago indifese; da acque ottenute mediante gallerie filtranti; da stillicidi raccolti sotto pendici abitate e coltivate; da polle che, sottoposte ad uno studio conveniente, si riconoscono in mille modi difettare di ogni e qualunque vestigio di *protezione igienica.*

Dove troppo grave è la spesa per aver acque sorgive, o si

moltiplicano i pozzi trivellati, o si prendono le acque delle dune, o si beve direttamente l'acqua di pozzo, di cisterna, di lago, di canale o di fiume; alcune delle quali derivazioni, o furono procurate dalle autorità e riconosciute buone dietro giudizio di un tecnico che di rado ha da se stesso prelevati i campioni per l'analisi, oppure è quella data popolazione che il bisogno costrinse a procacciarsele, prendendole dove potè trovarle e come le trovò.

Lasciando ora da parte i casi più sfavorevoli, come per citare uno dei tanti esempi che mi si affacciano alla mente, quello di paesi situati non lungi dalla foce del Serchio, abituati d'estate a far delle buche nel greto del fiume, e lì attingere acqua per bere, e lì presso lavare le biancherie: e senza perder tempo intorno alle provviste d'acqua più difettose, se ci atteniamo a quelle che generalmente si giudicano per buone, anche per queste, sia pure se costruite recentemente, non è difficile verificare che i tecnici più o meno dimenticarono che il servizio doveva andar soggetto ad una vigilanza igienica possibile.

Zone di protezione insufficienti, o mancanti; polle di diversa natura prese insieme; allacciamenti senza difesa sicura delle vene profonde dalla diretta influenza delle acque superficiali; mancanza di apparecchi di misura alle singole derivazioni; spesso infine disposizione delle opere in guisa da ostacolare ogni indagine sulle singole contribuzioni dell'acqua convogliata. Condutture spesso a pelo libero e scoperte, in muratura semplice o di coccio, situate sopra archi, o poste a piccole profondità dalla superficie, con qualche accessorio destinato ad aggravare le condizioni favorevoli per gli inquinamenti. Tubulature di cemento o di ghisa, libere o sotto pressione, non sempre senza pecchi prima dell'arrivo alla rete di distribuzione, lasciate in abbandono completo dopo il collaudo. Frequenti le contro pendenze, la mancanza di scarichi, e quella degli idrometri nelle sedi ove chiara ne risulterebbe la necessità. Reti di distribuzione situate in fogne dove vengono sommerse durante gli acquazzoni; non perfetta separazione fra i serbatoi privati e la conduttura pubblica, e così via dicendo. Vi sono in ultimo degli acquedotti nuovi, mancanti di moltissimi dei difetti tanto generalizzati in questo genere di opere essenzialmente igieniche; ma con qualche dettaglio di vitale importanza trascurato; con disposizione dell'insieme e

delle parti così da far credere invero che l'opera stessa debba essere affidata, per la sorveglianza igienica, esclusivamente a dei fontanieri.

Con quest' indirizzo, che sembra per giunta doversi perpetuare, che cosa ha da chiedersi all' igienista? Non contemplerò il caso di coloro che pretendono il giudizio sulla potabilità, o sulla salubrità di un' acqua in seguito all' esame chimico-batteriologico di un campione inviato in un laboratorio. Prima di tutto l' esperienza mi dimostra che a far eseguire queste analisi si ricorre, per lo più, quando capitano delle epidemie, quando si verificano degli inconvenienti, e non periodicamente. In secondo luogo che al campione prelevato non si fan seguire tutte quelle notizie che hanno importanza spesse volte superiore ai rilievi analitici, e che in molte circostanze, se valutate a dovere, dovrebbero di certo trattenere il richiedente dal far la spesa necessaria per le analisi. Infine, che non può far parte d' un vero e proprio servizio di sorveglianza ciò che è ispirato lì per lì dalla paura di vedere estendersi un male già sopraggiunto, ciò che vien consigliato da preconcetti erronei, ciò che viene eseguito con la parvenza di lavoro utile; ma che in fondo si fa in contingenze tali da non poter permettere giudizi attendibili e decisivi.

Venendo dunque al servizio di vigilanza, quale nel massimo numero dei casi viene reclamato ed esercitato con ispezioni ed analisi più o meno frequenti, ecco che cosa accade. Se chi vi è preposto si dà a raccogliere dati chimici, trattandosi di acqua già adibita all'uso potabile, quindi tale da doversene consentire il consumo se anche il residuo è un po' eccessivo, potrà trovarsi al caso, tranne per i reperti fisico-chimici straordinari, o di constatare una diminuzione del residuo stesso ed un contemporaneo elevarsi del contenuto dei nitrati, o dei nitriti, o dell'ammoniaca, o delle sostanze ossidabili, o del cloro; od a vedere il residuo pressochè costante, e mutata invece la quantità di qualcuno dei citati componenti; o a dover richiamar la sua attenzione esclusivamente su tenui cambiamenti avvertiti in seguito all' esame sistematico fatto col permanganato potassico, sia in soluzione acida che in soluzione alcalinizzata, ed apprezzati solo perchè il trattamento fu fatto sempre con lo stesso metodo ed in condizioni rigorosamente identiche. Qualunque sia il sospetto

che le analisi chimiche più delicate e complete possono far sorgere; per quanto l'alterazione di certi caratteri chimici possa dirsi di alto valore indiziario, se constatata col voluto rigore scientifico, pure tutto ciò non autorizza l'analizzatore a gettare l'allarme in una popolazione, a commettere l'atto gravissimo di privarla dell'acqua potabile! Nessuno oserebbe prendersi, senza il conforto dei dati epiodemiologici, tanta responsabilità.

Ricorrendo alle analisi batteriologiche col metodo di Koch la posizione dell'analista si complica. Pur tenendo per regola, come del resto è sempre consigliabile, di eseguir le analisi sul luogo del prelevamento dei campioni; di adoperare grandi fiaschettine di Petrunsky, o scatole alla Petri del diametro di 12 a 15 centimetri; di analizzare la maggior possibile quantità d'acqua, usando gelatina perfetta, e seguendo le precauzioni opportunamente suggerite da Bordoni-Uffreduzzi; di procurare che il substrato, fatto con uniformità di metodo, abbia sempre per quanto è possibile reazione alcalina bene espressa (Reinsch) e sempre identica; di adottare con precisione le stesse pipette graduate e la stessa tecnica, per rendere i risultati confrontabili sotto ogni riguardo; tuttavia non agevole si presenta il cammino.

Se in un'acqua sono molto numerosi i microrganismi fluidificanti e molto attivi, le scatole con uno o più cmc. dell'acqua analizzata si vedono liquefare, senza dar tempo d'eseguire alcuna numerazione, oppure senza agevolare la necessaria distinzione specifica. Se indizi ricavati da altre ricerche consigliarono delle diluizioni molto accentuate, sorge l'inconveniente della troppo tenue quantità d'acqua su cui si circoscrivono le osservazioni. In tal caso, mettere in confronto con precedenti esami il numero greggio delle colonie via via riscontrate, dopo che da apposite indagini di controllo ho potuto assodare che si ottengono cifre tanto più vicine a quelle reali, quanto più forte è la diluizione, non è invero un procedimento troppo esatto.

In $^1/_{10}$, in $^1/_{20}$ di cm^3 non è detto che si incontrino tutte le specie esistenti nell'acqua in esame. È anzi raro ciò, dal momento che fa ostacolo anche il fatto che, trattenere lo sviluppo di qualche liquefaciente non è di sicura riuscita. Debbono così abbandonarsi le scatole mentre alcune specie non hanno ancora nella gelatina formate le loro colonie. Facendo esami d'estate, se non si dispone di un apparecchio frigorifero, i fluidificanti

invadono rapidamente il substrato e non lasciando campo ad osservazioni di sorta. Lo stesso accade se ci si imbatte in un eccezionale aumento di microrganismi, mentre si fanno analisi di un'acqua di cui abitualmente veniva adoperato non meno di 1 cm^3 per scatola, tanto cioè da poter fare una giusta numerazione delle colonie ed una sufficiente indagine sulle specie, posto che non meno di tre fossero le scatole o le fiaschettine che si impiegavano per un campione. In casi simili l'esame va ripetuto, mentre le condizioni dell'acqua da analizzarsi vanno di regola essenzialmente cambiandosi.

Ma ammettiamo pure che chi fa queste analisi, pratico come dev'essere del servizio d'acqua che ha da invigilare, possa eseguire senza inconvenienti tutte le operazioni che gli occorrono, possa numerare tutte le colonie delle sue scatole, isolare le diverse specie comparse sulla gelatina, comprese quelle di più lento sviluppo. Egli con questo non avrà superato che le minori difficoltà. Se i campioni si riferiscono a gruppi di sorgenti; al punto d'arrivo dell'acqua nel serbatoio di distribuzione; alle fonti, ecc.; tali possono essere le variazioni che da esame ad esame puo incontrare; così evidente può riuscire la discordanza dei dati raccolti, da sorgerne serio imbarazzo. Un aumento di colonie contemporaneo ad una leggiera perdita di peso per l'arroventamento, precedentemente non riscontrata, ed in armonia con altri dati chimici complementari, potrà ad esempio servire come buon criterio diagnostico di qualche guasto avvenuto; ma quando si cerca, con risultati batteriologici a volte inesplicabili, di scoprire la sede di un male per provvedere, occorrono indagini molto più numerose ed estese di quelle che usualmente è dato di fare, nè è possibile spesso d'orientarci. Intenti sempre ad afferrare qualche criterio più sicuro di quello che può darci la semplice numerazione delle colonie, si può ricorrere ai metodi secondo i quali vengono raccolti i microrganismi di grandi volumi d'acqua; ma per questa via, o che si facciano esperimenti biologici negli animali, o che si proceda all'isolamento con substrati i più diversi, ci troviamo dinanzi il problema delle diagnosi specifiche.

Non è qui il luogo di entrare nel vasto campo della morfologia e biologia dei micromiceti che sogliono capitare nelle acque. Il loro studio è molto più incompleto di quello che or-

dinariamente non si creda. Facciamo piuttosto il caso d'aver sott'occhio una colonia sospetta di bacillo del tifo, o di vibrione del colera. Se mancano dati epidemiologici in paese, ammesso che si tratti della specie veramente patogena, avanti che il batteriologo si sia pronunziato sulla diagnosi, l'acqua infetta ha già invaso i serbatoi privati; è già entrata in tutte le case; ha già incominciato, o sta per portare, la desolazione nelle famiglie. Dato che la diagnosi possa esser fatta, ed ammesso un grande complesso di circostanze favorevoli, un po' rare a verificarsi, tutt'al più resterà all'igienista il conforto di aver prevenuto danni maggiori con l'esclusione sollecita dal consumo dell'acqua inquinata.

Se già in una località l'epidemia di tifo o di colera è in atto, e chi fa le analisi è buono a scuoprire l'elemento etiologico nella conduttura, non è difficile si tagli questa fuori d'uso mentre l'epidemia di per se stessa andrebbe a scomparire, tanto da far parere il provvedimento assai più benefico di quel che non sia (1).

Oramai è noto quanto sia ardua la diagnosi delle specie e quanto più lo diventi, a misura che si trovano nell'ambiente micromiceti dal lato morfologico indifferenziabili da quelli patogeni, a misura che per un numero sempre maggiore si documenta il concetto del parassitismo facoltativo. La posizione dell'analista non muta quindi di troppo quando anche egli adoperi, contemporaneamente al metodo della gelatina di Kock, gli altri mezzi speciali più accreditati per la sollecita ricerca dei microbi sospetti o patogeni nelle acque.

Se infine ci si giova solo, nella sorveglianza *non bene circostanziata*, e di osservazioni fisiche, e di analisi chimiche scrupolose, e di quelle batteriologiche con metodi diversi, tanto da formulare caso per caso il giudizio sopra un complesso di ricer-

---

(1) L'isolamento del microrganismo del tifo o del colera dalle acque potabili, anche in tempo d'epidemia, non può passare, nel maggior numero dei casi, come un fatto bene accertato. L'origine idrica di certe epidemie ha base molto più solida ed estesa sul complesso delle indagini epidemiologiche, che senza preconcetti siano state diligentemente eseguite, di quello che trovare fondamento sui reperti batterioscopici. Di questi, veramente attendibili, si scarseggia; ma dei dati epidemiologici se ne hanno sufficientemente per dare alla vigilanza igienica delle acque tutta la grande importanza che senza dubbio si merita.

che di varia natura, la conclusione è sempre quella, di accumulare numeri sopra numeri, note sopra note, apprezzamenti sulla sensibilità dei vari mezzi di indagine, particolari sulle vicende dei microrganismi nelle acque, senza che si veda, eccetto per i casi accennati d'epidemie in corso, o fuori di qualche provvedimento inconsulto, o tardivo, avvantaggiarsi quanto dovrebbe, per opera della sorveglianza medesima, la profilassi di quelle malattie, che possono nell'acqua trovare un pericolosissimo mezzo di diffusione.

Come dunque vigilare un servizio d'acqua potabile col precipuo intento di fare opera seria e di prevenire ogni male? Per questo è necessario, come ognuno comprende, che il servizio stesso soddisfi alle condizioni, almeno sufficienti, per renderlo sorvegliabile.

Stabilire queste condizioni vale quanto comporre ogni ingiustificata disparità d'apprezzamento sul valore dei dati da raccogliere e dei metodi analitici da adottarsi, per devenire al giudizio della potabilità delle acque; vale quanto rendere sostenibile, per parte dell'igienista pratico, la responsabilità che senza guardare tanto per la sottile spesso gli si attribuisce.

Avrò raggiunto lo scopo che mi sono prefisso se gli esempi che vengo ad addurre serviranno a dimostrare, cosa del resto tanto ovvia quanto non curata, che è alle citate condizioni che deve sempre subordinarsi la sorveglianza tecnico-igienica delle acque da bere. Senza di ciò continuerà a gettarsi la pietra del discredito addosso a coloro che abbiano l'unica colpa di non disporre dei mezzi proporzionati ai grandi benefizi che sono realmente in grado di apportare. Non occorre dire che le norme da seguirsi per questo ramo di vigilanza igienica mal si prestano ad essere regolamentate, non solo perchè diverse a seconda che la provvista sia fatta utilizzando, ad esempio, l'acque superficiali da filtrarsi, piuttosto che quelle di cisterna, di lago naturale od artificiale, del sottosuolo, o di sorgente; ma perchè differenze notevoli si riscontrano anche fra impianti dello stesso tipo.

In certi paesi situati sul culmine di alture più o meno isolate, che non hanno modo di procacciarsi le acque freatiche, e tanto meno quelle sorgive, è noto quali servizi rendono le cisterne d'acqua piovana. Ma perchè nella stagione estiva tanta

povera gente non sia costretta a mendicare per sè e per il bestiame l'acqua lontana, pagandola cara sotto ogni punto di vista; perchè tanti disagi e tante vite vengano risparmiate, certo non può pensarsi alla risorsa delle analisi batteriologiche. Reale servizio riceveranno invece quelle popolazioni, per le quali pure l'igiene dovrebbe esistere, se verrà curata la trasformazione delle loro cisterne pubbliche difettose, in altre da eseguirsi secondo tutte le prescrizioni tecniche ed igieniche che sono suggerite dai competenti ([1-2]).

Una buona cisterna, munita di separatori automatici e di pozzetti di depurazione, disposti convenientemente per essere vigilati, e per il ricambio del filtro senza che la cisterna debbasi vuotare, certo non conviene che sia abbandonata. In ogni caso però è a rivolgersi l'attenzione per la sorveglianza, più sopra speciali risorse d'ordine fisico, che su quelle di natura biologica, per le vicende cui vanno soggetti i microrganismi nelle conserve d'acqua a seconda che queste abbiano maggiore o minore ampiezza; che siano, o no, esposte al calore ed alla luce; che vadano soggette a più o meno frequenti e copiosi attingimenti.

Le varie questioni che si riferiscono alla moltiplicazione dei microrganismi nelle acque ferme sono state oggetto di particolari ricerche anche per parte mia, non tanto per presenziare i fatti riferiti da Cramer, Bolton, Frankland, Wolffügel e Riedel, Gaertner, Leone, Miquel, Herman Fol e P. L. Dumaut, Scala e Alessi e Lustig; quanto per istudiarli in rapporto alla qualità e quantità delle specie concomitanti.

Stando ai risultati sperimentali si ha che in un'acqua possono i microrganismi in poco tempo moltiplicarsi, fino a raggiungere cifre straordinarie, o diminuire rapidamente, L'accrescimento, la diminuzione, o la scomparsa, sappiamo doverle considerare in rapporto alla concorrenza vitale, la quale si esplica diversamente a seconda del numero delle specie simbionti, della loro provenienza, e della capacità di moltiplicarsi in una data acqua; fenomeni questi che, se complicati dall'intervento di infiltrazioni, dal sopravvenire di nuove specie e nuovi materiali nu-

---

(1) Spataro D. *Ingegneria sanitaria.* Parte prima, Vol. III, 1892, pag. 3-48.
(2) Sciuto S. *Le Cisterne e la filtrazione dell'acqua,* Catania, 1894.

tritivi, possono addirittura far perdere al batteriologo la via sicura per orientarsi.

In ogni modo per le cisterne sono più utili le analisi batteriologiche qualitative di quelle quantitative; e basterà che solo di tanto in tanto si ricorra ai competenti allo scopo di verificare se la costruzione ha resistito alle vicende del tempo, perchè, nel caso, si proceda alle riparazioni che necessitano per assicurarne il regolare funzionamento.

Se per dotar d'acqua una popolazione, invece che alle cisterne è bisognato ricorrere ai pozzi, le cose cambiano molto d'aspetto a seconda della falda acquifera cui i pozzi si riferiscono. Che ogni vigilanza è inutile per quelli superficiali, che hanno la canna scoperta, munita per giunta di feritoie laterali, prossimi a fogne, latrine, concimaie, pile da lavare, ed a costanti e pericolose cause d'inquinamento, non vale la pena di dimostrarlo. L'epidemiologia ci dà gli elementi per doverli segnalare come temibili sempre. Per quelli invece che si riferiscono a falde acquifere sufficientemente protette dagli inquinamenti superficiali, occorre vedere i movimenti di queste falde; esaminare con quanto ritardo risentono delle pioggie, o dell'elevarsi di livello dei corsi d'acqua della località; studiare infine se, ed in qual grado, possono pervenire alle acque dei pozzi le impurità della superficie circostante o lontana, per poter fissare i criteri da seguirsi nella protezione e sorveglianza. Senza dubbio non dovrà il pozzo stesso avere tali difetti, non esclusi quelli relativi al modo di attingere acqua, da costituire di per sè un pericolo di contaminazione del sistema idrografico dal quale è alimentato. Di questo sistema è a raccomandarsi l'esame principalmente nei periodi delle massime alluvioni.

Conosciuta la falda freatica, basterà circoscrivere le analisi ai soli pozzi che, per la loro posizione, siano in grado di fare avvertire le modificazioni che interessano tutta la zona abitata che dei pozzi si alimenta, e ridurre così in giusti limiti l'esame nei periodi utili, che dal lato scientifico e pratico bisogna fare.

Quest'esame non può essere ridotto, fino da primo, alle sole indagini batteriologiche. Bisogna che siano sempre valutati nei loro reciproci rapporti i dati pluviometrici con le oscillazioni altimetriche della falda; le oscillazioni della temperatura; le varianti del residuo fisso, ed il contenuto batterico. Solo dopo un

lungo periodo di osservazioni complesse può la sorveglianza limitarsi a quelle che l'esperienza dimostrò maggiormente sensibili ai perturbamenti. Più i pozzi sono buoni e più per essi acquistano valore gli esami batteriologici quali-quantitativi.

La pratica dei pozzi forati, che fu tenuta tanto in onore presso gli antichi egiziani, e che costituisce la vita delle oasi del deserto, ha subìto con la moderna industria tante utili modificazioni, ed ha servito e serve a non poche città per la soluzione del grave problema dell'acqua potabile. Nei casi, come ad esempio a Mantova, in cui mediante opportune terebrazioni si sono incontrate acque profonde salienti, che sgorgano perennemente e liberamente, le analisi batteriologiche assumono nella sorveglianza il primo posto, purchè al solito sussidiate dalle contemporanee osservazioni fisiche, e purchè eseguite nei periodi che altrove ho designato come utili.

In generale per i pozzi che si riferiscono a falde profonde non inquinabili, la servitù e la spesa della analisi è più necessaria ed elevata nel periodo che precede l'esecuzione dell'impianto, ed in quello occorrente per constatare il valore sanitario dei lavori eseguiti, di quello che durante l'esercizio. Pozzi salienti, o no, che diano sufficienti garanzie dal lato igienico, che abbiano una portata in proporzione ai bisogni d'un paese, costituiscono una vera, una grande fortuna, e son ben lontani dall'esigere le cure assidue, costanti, dispendiose, che sono indispensabili soprattutto per invigilare la filtrazione a sabbia.

Con la tendenza delle agglomerazioni umane a disporsi lungo i corsi d'acqua, e col consumo di questo elemento, che segna una via più rapida del crescere della popolazione, è sorta la necessità di impianti costosissimi per usufruire a scopo potabile e domestico delle acque filtrate. Al regime di tali acque sottostanno città importanti europee ed americane, per quanto si sappia che i filtri a sabbia, non adoperati a dovere, possono riuscire oltremodo pericolosi. Ingegneri ed igienisti i più distinti si sono dati ogni cura di migliorare questo metodo di provvista d'acqua, che ha oggidì raggiunto tale grado di perfezionamento, da aver ridotto al minimo ogni probabilità di dannosi effetti. Stando all'esperienza che ho potuto fare in Asciano, posso ben dire che il processo della filtrazione a sabbia non merita poi quel grande discredito in cui è tenuto presso di noi. Tanti paesi

assetati, che potrebbero utilizzare acque di fiume, specie di tratti alpestri e deserti, preferiscono i danni immensi della penuria d'acqua, e non si attentano ad opere di tal genere. Vero è che un impianto ben fatto costa molto, dovendo corrispondere a non poche esigenze. Ma quando vi si abbia soddisfatto: 1.° col provvedere per l'acqua da filtrarsi, un ampio bacino di decantazione; 2.° col far passare l'acqua di questo bacino per un primo filtro a sabbia con grossi grani, tanto da liberarla almeno della micro-fauna; 3.° col disporre di una superficie filtrante doppia di quella necessaria per avere, con una velocità oraria di filtrazione non superiore a 100 mm. il volume d'acqua occorrente per i vari bisogni; 4.° col ridurre al minimo gli strati meccanici, procurando all'acqua libero efflusso; 5.° col provvedere ciascun bacino filtrante di idrometro con apparecchio autoregistratore collegato con una suoneria elettrica; 6.° col munire di saracinesca di scarico e di adatta tubulatura, per le manovre di riempimento dal basso all'alto, ciascun bacino; 7.° col procurare, mediante sfioratori, che i filtri non funzionino con carichi eccessivi; 8.° con la costruzione accurata e con la copertura dei singoli bacini, che debbono funzionare indipendentemente l'uno dall'altro, od altrimenti prestarsi ad una *doppia filtrazione*; dopo tutto ciò non resta che fare il riempimento dei bacini con sabbia adatta e materiali lavati; successivamente determinare il tempo necessario per la maturazione artificiale dei filtri, e definire il periodo del loro lavoro utile.

Chi abbia visto in 4 a 6 giorni maturare perfettamente un filtro, dopo l'immissione e successiva sedimentazione di sabbia finissima argillosa, può ben comprendere l'influenza delle dimensioni dei grani di sabbia sulle qualità batteriche dell'acqua filtrata, senza bisogno di ricorrere alla funzione e costituzione biologica della pellicola superficiale, che è utile di costituirla capace di resistere benissimo ad un carico superiore ad un metro. Senza addentrarci nei particolari tecnici numerosi di questo genere di provvista d'acqua, mi limiterò ad avvertire che non è già una concessione capace d'esporre a dei guai quella di coloro che, sia pur malvolentieri, ammettono che l'esame batteriologico dei filtri possa farsi settimanalmente, anzichè tutti i *giorni*. Tale esame quotidiano occorre si mantenga tale nel tempo

che precede l'avvenuta maturazione d'un filtro, la quale è caratterizzata da un grado di efficienza batteriologica che varia a seconda delle acque da filtrarsi; ma diventa quasi superfluo durante il così detto *periodo*, d'ampiezza già nota, quando si tenga conto giorno per giorno, ora per ora, della velocità di filtrazione e del carico dei bacini.

Per la velocità di filtrazione, e per i livelli del carico, debbono applicarsi degli apparecchi che traducano in una grafica i dati che ci interessano, alla guisa dei puteometri di Arata e di Fuess. È molto utile siano muniti di un avvisatore elettrico, per segnalare ogni guasto che alteri il regolare funzionamento dei filtri. Siffatti mezzi di segnalazione, entrati nell'uso, assicureranno per la sorveglianza igienica molto meglio delle analisi batteriologiche, per l'azione costante e sollecita. Apprezzare un inconveniente prima che se ne possano risentire i tristi effetti è certo tal vantaggio, da far diminuire per l'acqua filtrata quella sfiducia in cui è tenuta. In verità quando si pensi che non tutte le acque superficiali da sottoporsi a filtrazione hanno origine molto pericolosa, può riuscire utile il riflettere che la sorveglianza con i mezzi meccanici è disimpegnabile da operai intelligenti, i quali con poco vivono sul posto; mentre le indagini batterioscopiche giornaliere riescono molto costose, sia perchè il laboratorio non è sempre situato alla stazione dei filtri; sia perchè non è bene che alle analisi sovraintendano dei profani negli studi miocrobiologici.

Fatto a tutto rigore l'impianto; munito ciascun filtro degli apparecchi indispensabili per l'utile sorveglianza, bisogna lasciare ai competenti la scelta del miglior modo per esercitarla, cosa che non importerà poi molta maggior servitù e maggior dispendio di quello che pure occorre per delle sorgenti. Per i filtri, a furia di riguardarli come cattivi arnesi, siamo riusciti a disciplinarne l'azione ed a ridurli strumenti di benessere, come lo dimostrano l'eccellenti condizioni igieniche delle città dove funzionano bene: per le sorgenti invece la fiducia ha spesso ecceduto, e già troppe sono le epidemie che da questa fiducia sono derivate e derivano.

Quando si dice *acqua di vera polla*, è un fatto che ci riferiamo all'ideale dell'acqua potabile; ma quest'ideale, quando non ci sfugge per difficoltà insormontabili, bisogna acquistarlo

a prezzo di garanzie molto complesse. Queste garanzie ognuno sa che debbono pervenirci prima di tutto dallo studio *idro-geologico* della sorgente da utilizzare. In ordine a questo studio bisogna intervenire con le opere di allacciamento e di protezione igienica, opere che, se non si subordinano caso per caso ai suggerimenti delle indagini fisico-chimico-batteriologiche, corrono il rischio di non soddisfare allo scopo. Senza la guida delle analisi, o si fanno rintracciamenti insufficienti, o si approfondisce negli scavi più del dovere, con spreco di danaro e di tempo, o si riuniscono in una delle vene acquee non egualmente utilizzabili. Come nelle località dove vengono a giorno acque minerali è frequente il fatto di verificare una molteplicità di sorgive; e fra queste, una scala graduale di mineralizzazione in perfetta armonia con la termalità; così per le acque meno saline, e che vanno col nome di potabili, capita di notare oscillazioni della temperatura disuguali fra punti d'efflusso prossimi, con proprietà igieniche pure dissimili. Quanto sia utile in questi casi *che le singole contribuzioni si mantengano distinte*, almeno finchè gli studi successivi non indichino come riunirle fra di loro, ce lo dimostrano tutti i lavori d'allacciamento ben riusciti in Asciano.

Una galleria che riunisca direttamente in un solo canale delle vene diversamente sicure dagli inquinamenti superficiali, anche ammesso che fra le più esposte si trovino soltanto le più sottili, in che differisce da un filtro a sabbia che riduca a 10, od a 15 i 1500, od i 3000 batteri dell'acqua di lago, o di fiume? Facendo analisi batteriologiche quantitative la differenza può scomparire affatto; ma esiste, ed essenziale, quando si rifletta che per una sorgente possiamo e dobbiamo procurarci la garanzia che deriva dal ridurre la *zona di protezione* inaccessibile all'uomo ed agli animali; priva affatto di coltivazione; con fossa di guardia; incapace di ricevere degli scoli, o delle materie dannose.

Per valutare a pieno questa differenza è chiaro che necessiterebbe possedere maggiori dati sulla temibilità delle associazioni batteriche, secondo le quali vi sono dei microrganismi che, in convivenza con altri, esaltano il loro potere patogeno; l'acquistano, se non lo possedevano; astrazione fatta da quelli che invece perdono la proprietà di riuscire nocivi. Fra i risultati di laboratorio e l'affermazione che le associazioni microbiche pos-

sono spiegare il risveglio, oppure la fine, di certe epidemie, v'è di mezzo la sanzione pratica tuttavia da ottenersi.

Nell' ambiente i microrganismi patogeni per lo più si attenuano e periscono. Pochi estrinsecano d' improvviso tale virulènza, da non esser quasi raggiunta in laboratorio che per passaggi ripetuti attraverso animali recettivi. Altri è giuocoforza ammettere che nell' ambiente vivano e si conservino; ma ricercati, ci sfuggono, forse perchè li vogliamo in tutto e per tutto corrispondere ai tipi isolati dagli organismi infetti. Comunque, siccome con le usuali operazioni analitiche, non riusciamo ad isolare tutte le specie aerobie ed anerobie, fra le quali ultime ve ne sono pure delle interessanti; tanto meno possono raccogliersi gli elementi per dare un giusto peso alla seducente teoria dell' esaltazione reciproca della virulenza fra i batteri, ed al grave problema biologico delle proprietà in genere che i microrganismi acquistano nel mondo esterno. Ma non per questo è lecito abbandonarci ad un rigorismo senza limiti, e dimenticare d' un tratto che da secoli si è bevuta e si beve impunemente l' acqua più o meno ricca di microbi, purchè nella sede dove l' acqua se li appropria sia mancata e manchi ogni diretta od indiretta influenza dell' uomo, a perturbare i fenomeni naturali che vi si svolgono. Ecco perchè si è adottato, e forse tornerà a prevalere sulla filtrazione a sabbia, il metodo di provvista d' acqua con lo sbarramento di valli in luoghi incolti e non praticabili; ecco perchè in passato si curarono tanto le zone di protezione, per le quali esistono degli editti, che tanto saggiamente vi proibivano la cultura, i pascoli, ed i diboscamenti.

A misura però che la necessità di espansione dell'agricoltura e delle industrie hanno portato ad invadere anche quelle zone, ed a misura che l' acqua si espone a sempre nuovi pericoli, portandola a circolare fra le popolazioni, si fa più sentito il bisogno di una tutela sicura. Le garanzie per questa tutela è vano ricercarle, come è risaputo per opera di Duclaux, Gaertener, Roster e di tant' altri, nelle sole analisi batteriologiche, per quanto sia dalle malattie di origine microbica che dobbiamo cercare ogni mezzo di difesa. Nelle ricerche batteriologiche si ebbe fino a pochi anni fa cieca fede. Oggi autorevoli igienisti le dicono illusorie, accreditando il concetto che i criteri di

cui disponiamo siano molto oscillanti, e che sia invero giustificata l'incertezza e la lotta fra i metodi da seguirsi nell'ufficio di sorveglianza igienica delle acque. Ma la lotta devesi alle scuole che cercarono di far prevalere alcuni metodi di ricerca, a' quali attribuirono valore assoluto: l'incertezza, alla smania di schematizzare, semplificare e rendere accessibile a chiunque, ciò che per sua natura è complesso e non facile.

La via dell'accordo è presto trovata quando alla fisica, alla chimica, alla microscopia e batteriologia, si chieda soltanto quello che, caso per caso, possono dare. Si cerchi, perfezionando i vari mezzi di ricerca a scopo igienico, di utilizzarli in ciò che realmente valgono, eppoi si vedrà che ognuno è alla sua volta adatto a segnalare la possibilità di contaminazione cui sia esposto un acquedotto.

È a tutti noto il valore delle risorse d'ordine fisico. Ma non sarà inutile battere senza posa sulla necessità che in pratica non vadano dimenticate, potendosi ad esempio ottenere, da una giudiziosa disposizione degli idrometri autoregistratori, o delle saracinesche con le relative scatole di prova, dei vantaggi così preziosi, quali non possono attendersi per altra via.

Parlando dei filtri ho già accennato alla necessità di istrumenti indispensabili per la sorveglianza, e sussidiari delle analisi batteriologiche. Negli acquedotti, oltre essere utili a scuoprire delle perdite, che alla loro volta possono esser causa d'inquinamento, funzionando costantemente, sono in grado di segnalare l'influenza che le precipitazioni meteoriche esercitano specie sulle polle, la cui portata, in rapporto alle pioggie, è noto quanto sia utile a conoscersi. Durante i forti acquazzoni non è pratico l'esigere che il batteriologo si trovi sempre ai punti d'origine d'un acquedotto. Ma posto che non vi facciano ostacolo le distanze, le quali in realtà sono spesso considerevoli; ammesso che le operazioni non vengano complicate dalla molteplicità delle sorgive, che debbono essere esplorabili ed esaminate ad una ad una, non va dimenticato che può intervenire a rendere frustraneo ogni suo intervento la fugacità con la quale alcuni inquinamenti avvengono.

Io non sono mai riuscito, con centinaia di analisi batteriologiche, a rendermi ragione di tante cause di inquinabilità, quante ne ho presenziate, studiando delle sorgenti già protette, sotto l'imperversare degli acquazzoni.

Ma se si pretende che gli idrometri autoregistratori, i quali sono invero delle sentinelle fisse ed utilissime, servano a segnalare anche i piccoli stillicidi, che il reattivo biologico può solo riuscire a mettere in evidenza; se dal semplice fatto che una data sorgente è soggetta a grandi oscillazioni della portata, se ne vuol desumere il suo basso valore igienico, certo può incorrersi in errori. Le oscillazioni della portata in rapporto alle pioggie è ovvio che debbano esser studiate soprattutto in relazione col sistema idrografico che alimenta le polle.

Solo le ricerche idro-geologiche, *indispensabili per la interpretazione di tutti i dati analitici*, possono metterci in grado di dare un giusto valore anche alle oscillazioni della portata, che minime ed immediate possono riuscire gravemente indiziarie: massime, non sorprendere affatto, nè indurci a rinunciare a contribuzioni d'acqua preziose. Utilizzando sorgenti che provengono ad esempio, da roccie con numerose litoclasi; dal calcare cavernoso; o venendo prese delle sorgenti di trabocco, o sfioramento, non potrà per esse esigersi quel grado di permanenza della portata che è a richiedersi da altre che provengano da potenti banchi di arenaria, od in condizioni da non risentire che con grandissimo ritardo l'influenza delle precipitazioni atmosferiche. Sta dunque nel modo di rilevare e di comprendere i rapporti esistenti fra le osservazioni metereologiche da farsi al bacino imbrifero d'una vera polla, e quelle relative alla sua portata, che se ne possono trarre vantaggi di incontestabile valore, sia dal lato dell'idrologia che dell'igiene. Lo stesso dicasi per la importantissima valutazione della temperatura di un'acqua in rapporto alle vicende meteoriche dell'ambiente. Quando col mutare della temperatura, come più spesso avviene nelle stagioni di passaggio, cadono delle pioggie; e subito dopo si avvertono delle oscillazioni in una data scaturigine, ognuno è autorizzato a prender ciò come sicuro indizio di insufficente protezione naturale, indizio che si accentua quanto maggiori si presentano le oscillazioni. M'è accaduto di verificare, con l'aumento di una semplice frazione di decigrado, esattamente valutata in varie polle nel passato autunno, un corrispondente e notevole aumento del contenuto batterico, con la riprova dei caratteri biologici del tutto immutati, per le polle che mantenevano fissa la loro temperatura. Ma se al solito non si tien conto della massa d'acqua su cui certe influenze

possono farsi risentire; se non si valutano a dovere tutte le condizioni in cui gli esami della temperatura possono giovare, niente di più facile che non riuscire a comprenderne tutto il valore, ed a trascurarle.

Quanto alle analisi chimiche e batteriologiche accade lo stesso fatto; di vederle cioè assumere tanta maggiore importanza, quanto più opportunamente applicate ed accortamente interpretate.

Nel maggior numero di volte sì le une che le altre le ho viste bene corrispondere per segnalare le modificazioni subìte dalle nostre polle d'Asciano, durante e dopo le pioggie. A misura però che il terreno delle zone di protezione si è reso più compatto, e si è rivestito di vegetazione naturale, le polle allacciate, in numero elevato, sono andate sempre più sottraendosi alle influenze esterne, fino ad un punto in cui il reattivo batteriologico ha spiegata la sua estrema sensibilità, superiore a quella dei reattivi chimici. Qui la batteriologia ha preso addirittura il primo posto.

Senza entrare in tanti particolari si tenga per fermo che le analisi chimiche e batteriologiche con tanta maggiore sicurezza sussidiano nel servizio di sorveglianza di un acquedotto, quanto più le condizioni igieniche dell'acquedotto stesso sono perfette. Con una presa d'acqua ed una conduttura, esposte a continue oscillazioni dal lato chimico-biologico, inutile entrare in campo con dei *criteri limite*. Una presa ed una conduttura di tal genere, innestata ad una rete di distribuzione con fonti pubbliche a getto intermittente, sebbene la rete stessa sia garantita da tutte le cause d'inquinamento che possono derivare dai serbatoi e canali domestici, per cause dipendenti dalla disuguaglianza e durata degli attingimenti; per la diversa temperatura in relazione con la posa dei tubi; e per tante altre circostanze, accade di trovare fra fonte e fonte tali differenze nel contenuto batterico, da dover convenire che per questa via è facile che sfuggano delle cause di contaminazione temibilissime. Volendo ricorrere alle prove statiche delle tubulature, preferibili in tali casi alla incertezza dei dati batteriologici, se mentre i tubi furono messi in posto non si pensò a provvederli di quanto necessita per ripetere simili prove, sorgono difficoltà pratiche d'ogni genere, che finiscono col far rinunciare ad esperimenti di grande valore igienico.

Come si vede dunque, nè ciò può parere cosa nuova ad alcuno, affinchè un acquedotto riesca proficuamente sorvegliabile ha bisogno di non poche cure per parte di competenti in geologia, chimica e microbiologia prima del suo impianto; ed è necessario sia munito di tutto un insieme di apparecchi e mezzi sussidiari per osservazioni e ricerche da farsi singolarmente nei *periodi utili;* mezzi ed apparecchi che vanno assai al di là della gelatina di Koch e delle scatole di Rietsch-Petri. Ma perchè l'igienista possa ricevere in consegna per la vigilanza un servizio d'acqua potabile ben organizzato, non basta che ciascuno faccia del suo meglio per divulgare le cognizioni tecnico-igieniche che a tali opere si riferiscono.

Nonostante i riconosciuti vantaggi della municipalizzazione dei servizi che hanno fondamentale importanza per lo svolgersi della vita sociale, tanti comuni sono pur troppo costretti a fare appello alle imprese private, ed a queste affidare anche la costruzione di acquedotti.

Ciò a parer mio avrebbe dovuto già dimostrare la necessità che nei capitolati e nel collaudo di queste opere dovesse *per legge* intervenire un igienista esperto.

Quando nelle commissioni collaudatrici di siffatto intervento non si potesse fare a meno, le imprese o le ditte verrebbero dal canto loro obbligate a non trascurare le prescrizioni di natura essenzialmente igienica, ed a ricorrere al consiglio di chi è più in grado di apprezzarle e suggerirle.

Come oggi vanno le cose il personale dei municipi addetto alla vigilanza igienica, se anche avesse il modo di dedicarsi ad analisi giornaliere le più complete, è esposto alla umiliazione ed al dolore di non poter prevenire gravi epidemie, come, fra le moltissime, segnalo quella di febbre tifoide accaduta a Maidstone. Cito volentieri il fatto di Maidstone, che tanto commosse l'opinione pubblica in Inghilterra, perchè par fatto apposta per dimostrare la giustezza di queste osservazioni [1]. Vero è che in detta città difettò la sorveglianza scientifica regolare; ma più che alle mancate analisi quindicinali, devesi l'inquinamento avvenuto alle cattive e trascurate condizioni di presa delle sorgenti.

---

[1] *La technologie sanitaire,* 1 novembre e 15 dicembre 1897.

I municipi dunque indispensabili non apprezzando a dovere le norme tecnico-igieniche, per l'impianto e la vigilanza di un servizio d'acqua potabile, oltre che essere esposti ad epidemie disastrose, possono venir lesi, e gravemente, anche per altra via, come abbiamo visto interessandoci della così detta Crenothrix. Questa, nel 1892, pose fuori d'uso il condotto di ghisa forzato che serviva per l'acquedotto di Bargecchia in Garfagnana; a Berlino, Lilla, Rotterdam, Bamberg, ed altrove l'abbiam vista presentarsi come una vera calamità; mentre per Pisa è passata senza danno di sorta, in seguito alla osservanza per parte dell'Ufficio tecnico delle norme di sua competenza fuse con le più scrupolose precauzioni igieniche, e per opera di una sorveglianza quale deve esigerla un comune che, come quello nostro, sia esemplarmente sollecito di sì vitali servizi pubblici.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Tav. VIII.

Microscopio E. Leitz. — *Oc. 8 comp. Obb.* $^1/_{16}$ *imm. a olio.*

Fig. 1. Frammento di un cespuglio di *Beggiatoa Kühniana* **(Crenothrix)** preso in Asciano alla Polla N. 6 del Pino il giorno 12 gennaio 1897.
a) filamenti con guaina ferrica.
b) filamenti ialini dotati di movimento oscillatorio.
c) filamenti di *Beggiatoa ramosa*, ialini, oscillanti, dotati, quelli semplici, di movimento progressivo anguiforme.

» 2. Cespuglio raccolto nella stessa località d' Asciano ed osservato dopo 20 giorni dal prelevamento (febbraio 1897).
a) corpi sferici circolari che hanno assunta la clorofilla.
b) frammento micelico del *Mucor stolonifer*.

» 3. *Beggiatoa ramosa* nov. sp.

» 4. Giovane cespuglio di *Beggiatoa Kühniana* osservato sotto l' azione dell' acido ossalico.

» 5. *Beggiatoa Kühniana* della sorgente N. 2 che alimenta l' acquedotto di Cecina (valle di Linaglia).
a) vari filamenti micelici (Mucoracee ed altri ifomiceti).
b) filamenti di *Beggiatoa Kühniana* vecchi, attorcigliati, con fili normali e depositi ferrici.

» 6. *Beggiatoa Kühniana* **(Crenothrix)** prelevata nel cratere dei Bagni di Casciana.
a) filamenti normali con guaina ferrica.
b) filamenti avvolti a spira, anormali.
c) frammenti spirilliformi.

» 7. *Beggiatoa maior, media, minor*, con filamenti rivestiti di guaina ferrica (Zambra d'Asciano).

» 8. Cespuglio di *Beggiatoa Kühniana* nell' inizio della formazione delle guaine ferriche, adeso ad un frammento d' oscillaria verde, trattato con acido ossalico (plasmolisi).

Tav. IX.

Fig. 1. *Beggiatoa alba* osservata a fresco.

» 2. Deposizioni tubercoliformi ottenute sulla ghisa non protetta, sotto l'azione della *Beggiatoa Kühniana*.

FIG. 3. Filamenti di *Beggiatoa* in plasmolisi:
a) con acido cloridrico diluito.
b) con nitrato potassico.

» 4. *Beggiatoa maior:*
a) con corpuscoli oleiformi (i così detti granuli solforosi).
b) filamento ricoperto di granuli visto dopo il trattamento con acido acetico.

» 5. *Beggiatoa minima.*

» 6. Varietà di *Beggiatoa* sviluppate in acqua della Zambrba (estate del 1897).

» 7. Alcuni organismi (Oscillarie) conviventi con la *Beggiatoa Kühniana:*
a) gameti liberi di *Clamydomonas.*
b) uova di *Clamydomonas* con corpuscoli amiliferi.
c) zoospora in via d' incistamento.
d) quattro zoospore di *Clamydomonas.*
e) *Spirulina subtilissima,* KÜTZING.
f, g) stadi anamorfici di oscillarie.
h) frammenti di oscillarie verdi, uno dei quali con chemotassi positiva per i batteri.
i) stati batteriformi di alghe a contenuto omogeneo, con clorofilla.

» 8. Tubo di ghisa di Campagnatico visto normalmente all'asse (da fotografia).

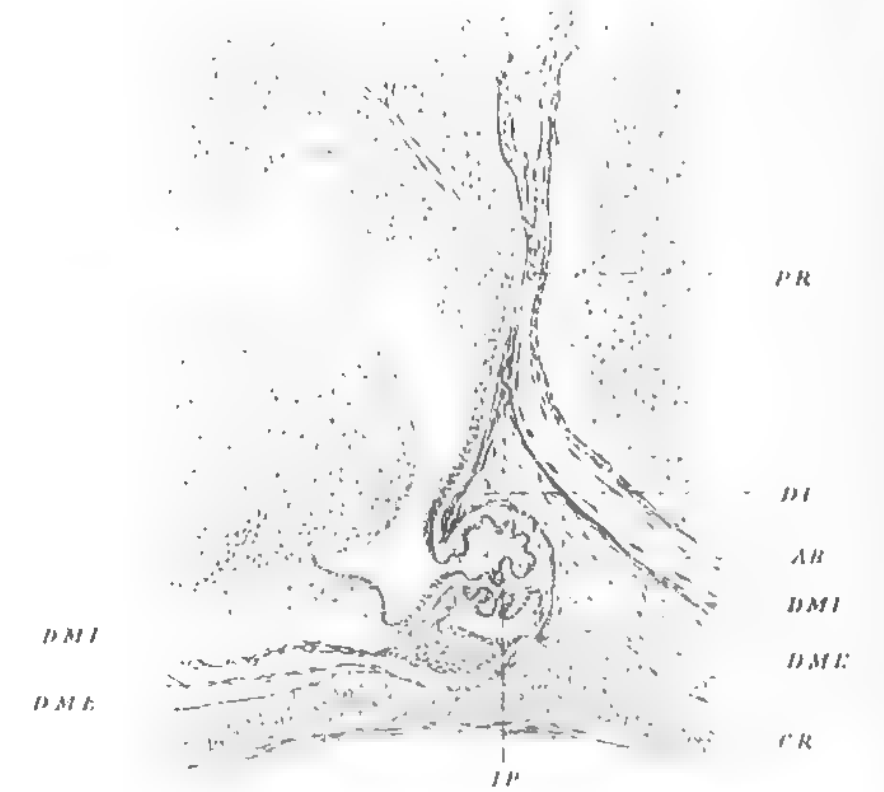
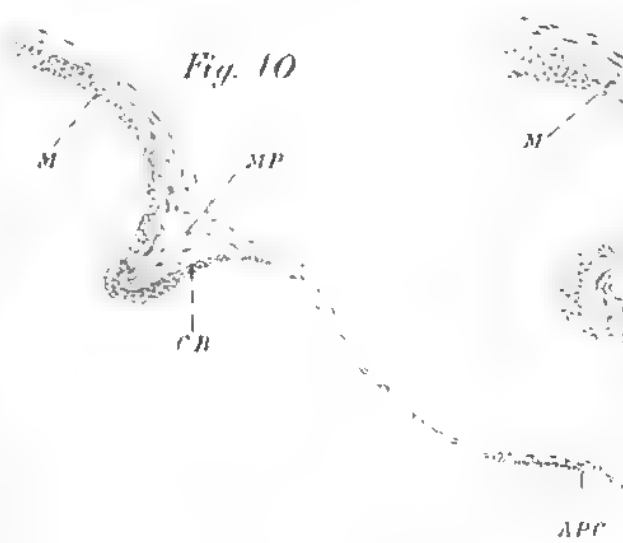
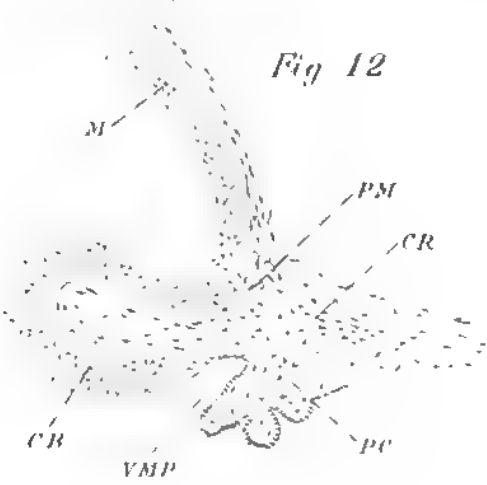
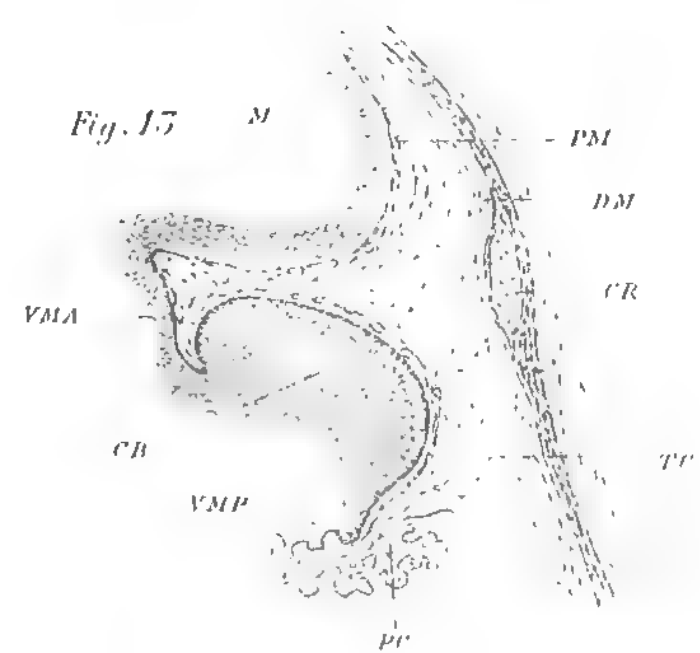
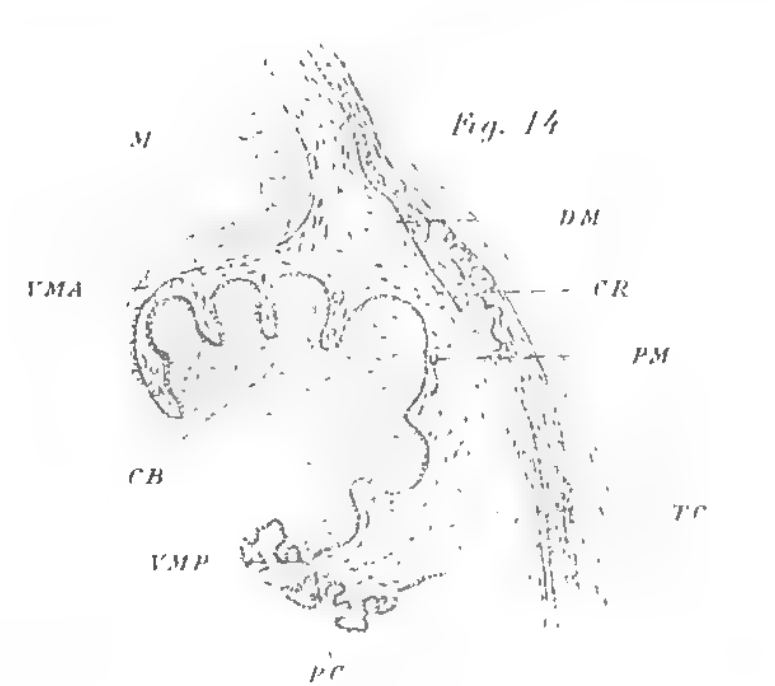
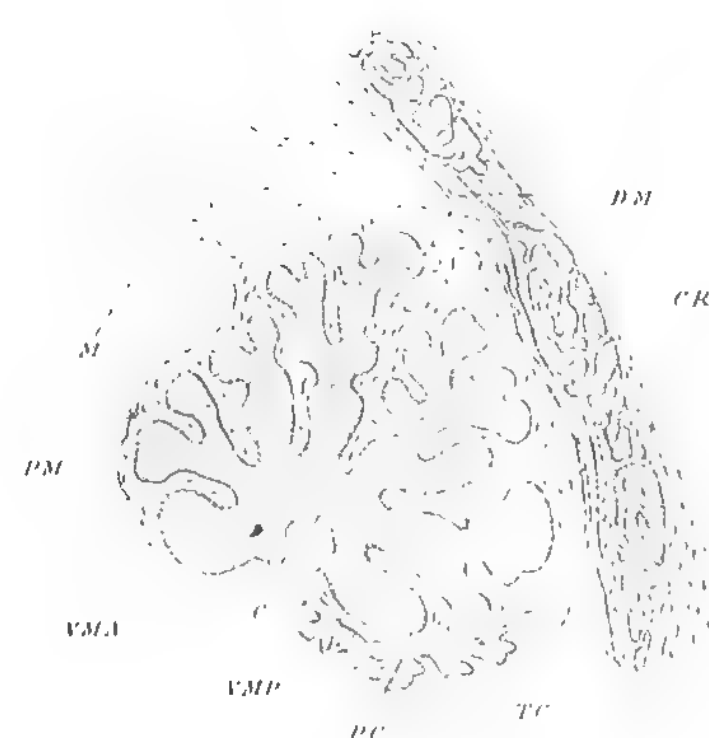
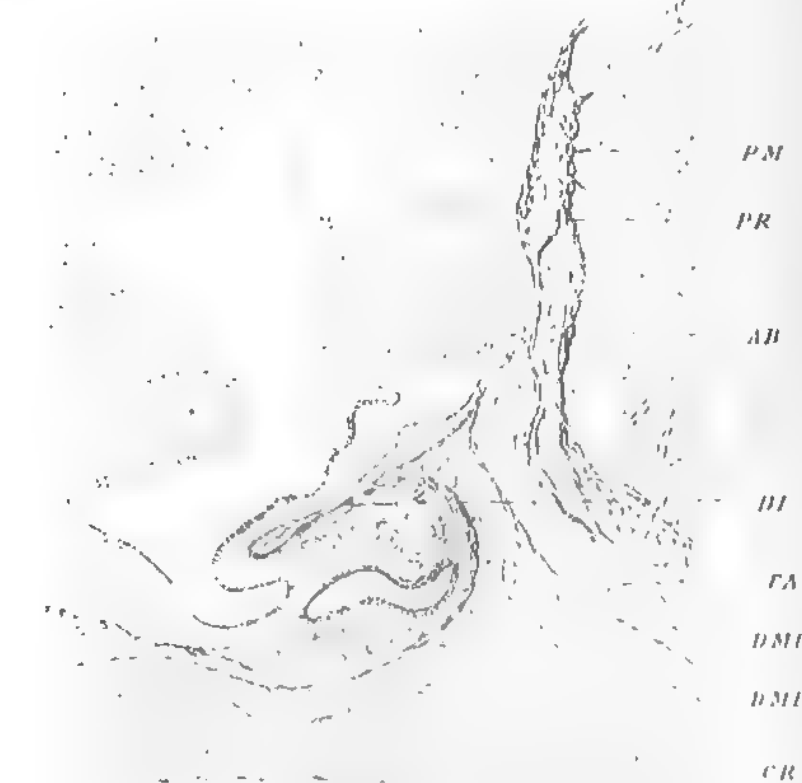
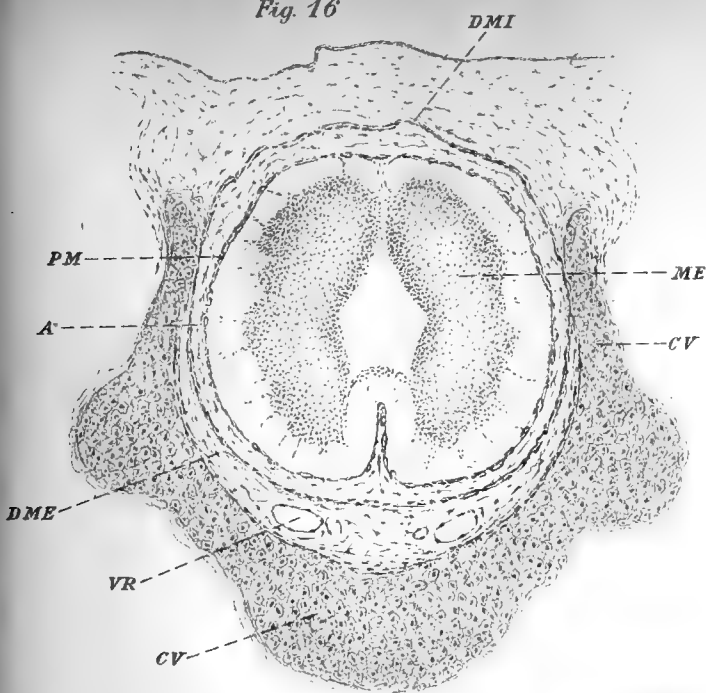
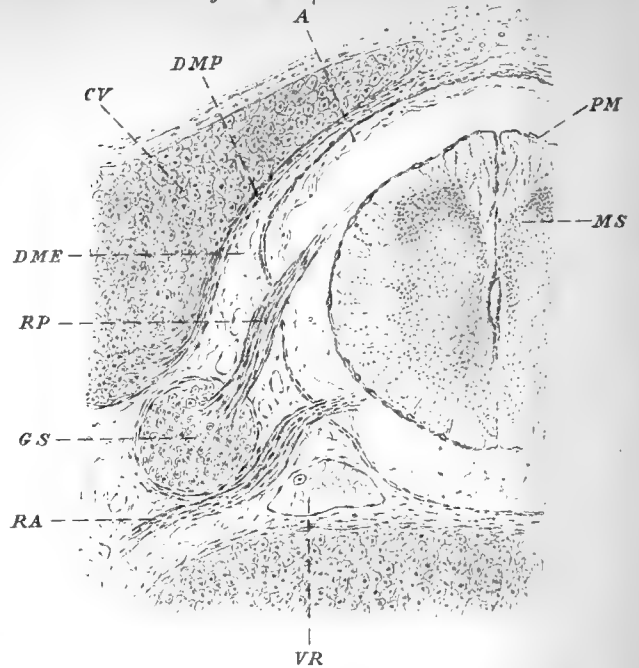
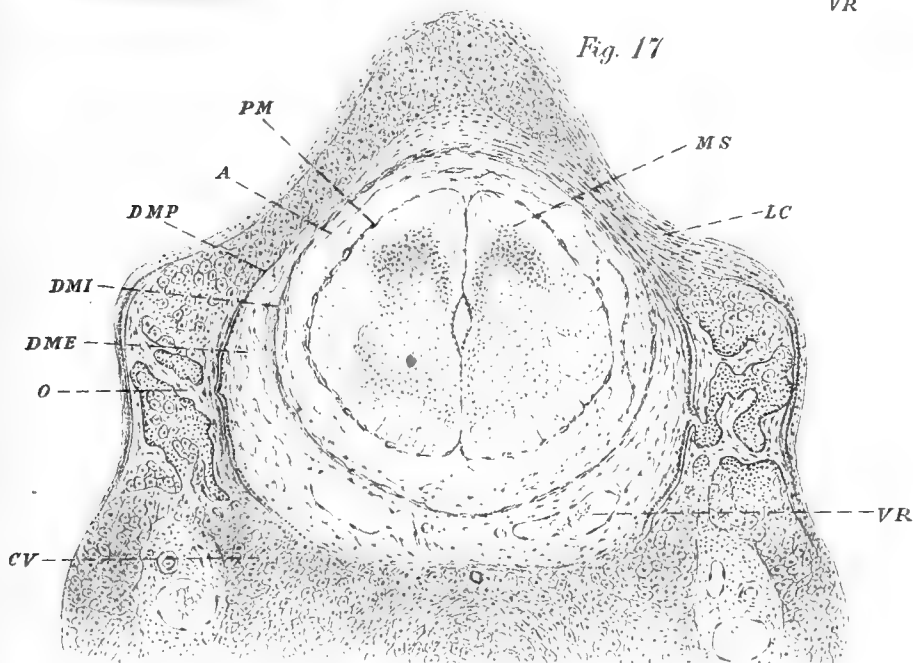
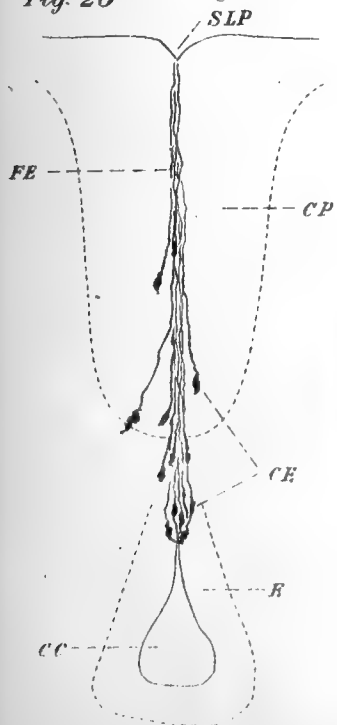
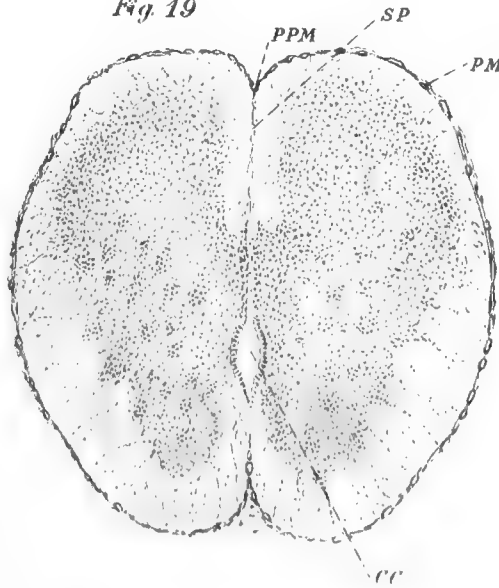
INDICE

DELLE

MATERIE CONTENUTE NEL PRESENTE VOLUME

L'AUTORE FOTOGRAFÒ

ELIOT. CALZOLARI E FERRARIO - MILANO

Fig: 1.
Fig: 2.
Fig: 3.
Fig: 4.
Fig: 5.
Fig: 6.
Fig: 7.
Fig: 8.
Fig: 9.
Fig: 10.
Fig: 11.

L. Benedetti inc.

R Lit Gozani-Pisa.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

C. Riva, fot.

Eliot. Calzolari e Ferrario - Milano.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

C. RIVA, fot.

Eliot. Calzolari e Ferrario - Milano.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

AUT., fot

ATTI SOC. TOS. SC. NAT.
VOL. XVI TAV. VIII

G. GASPERINI
SULLA COSI DETTA CRENOTHRIX ECC.

3.

E. BATTISTI LIT - ROMA

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

F. BATTISTI LIT - ROMA

1.

2.

3.

4.

5.

6.

L'AUTORE FOTOGRAFÒ.

ELIOT. CALZOLARI E FERRARIO - MILANO.

1.

2.

3.

4.

5.

6.

L'AUTORE FOTOGRAFÒ.

ELIOT. CALZOLARI E FERRARIO - MILANO.

Fig. 16

DMI
PM
ME
A
CV
DME
VR
CV

Fig. 18

A
DMP
CV
PM
MS
DME
RP
GS
RA
VR

Fig. 17

PM
MS
A
LC
DMP
DMI
DME
O
VR
CV

Fig. 20

SLP
FE
CP
CE
E
CC

Fig. 19

PPM
SP
PM
CC

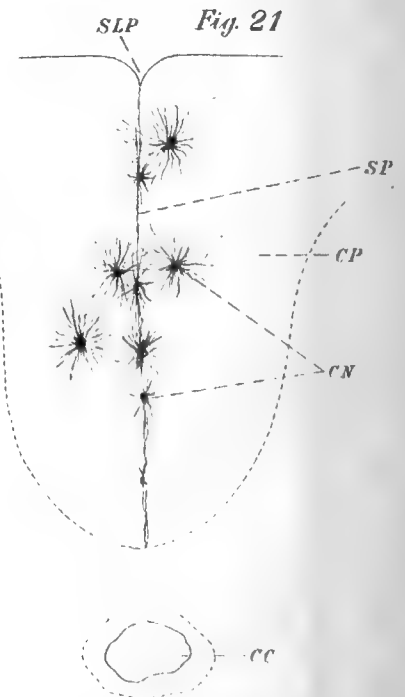
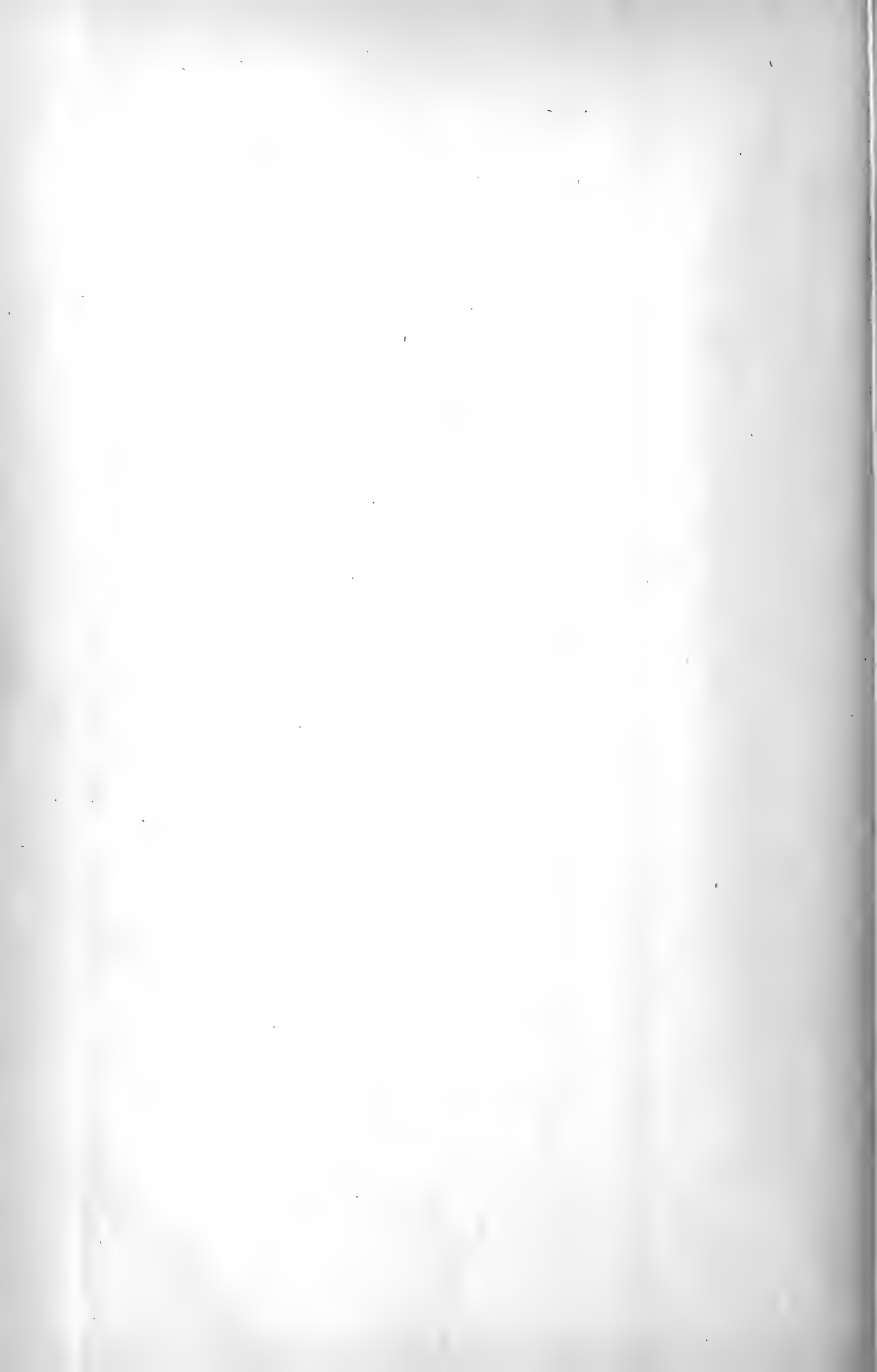
Fig. 21

SLP
SP
CP
CN
CC

ATTI

DELLA

SOCIETÀ TOSCANA

DI

SCIENZE NATURALI

RESIDENTE IN PISA

MEMORIE

Vol. XV.

PISA

TIPOGRAFIA T. NISTRI E C.

1897

ATTI

DELLA

SOCIETÀ TOSCANA

DI

SCIENZE NATURALI

RESIDENTE IN PISA

MEMORIE

Vol. XVI.

PISA
TIPOGRAFIA SUCCESSORI FF. NISTRI
—
1898